

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

NANOTECNOLOGIA: INDICADORES TECNOLÓGICOS SOBRE OS
AVANÇOS EM MATERIAIS A PARTIR DA ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE
PATENTES

Douglas Henrique Milanez

SÃO CARLOS
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

NANOTECNOLOGIA: INDICADORES TECNOLÓGICOS SOBRE OS
AVANÇOS EM MATERIAIS A PARTIR DA ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE
PATENTES

Douglas Henrique Milanez

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Engenharia de Materiais
como requisito parcial à obtenção do
título de MESTRE EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. José Angelo Rodrigues Gregolin

Co-Orientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Agência Financiadora: CAPES

São Carlos

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M637ni

Milanez, Douglas Henrique.

Nanotecnologia : indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes / Douglas Henrique Milanez. -- São Carlos : UFSCar, 2011.
176 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Nanotecnologia. 2. Nanomateriais. 3. Nanocelulose. 4. Indicadores de ciência e tecnologia. I. Título.

CDD: 620.5 (21^a)


Dedico este trabalho a todos que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui, de modo especial para meus pais, Izilda e José, para meus irmãos Vitor e Mateus, e para minha namorada Paula.

VITAE DO CANDIDATO

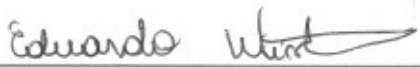
Engenheiro de Materiais pela UFSCar (2009)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
DOUGLAS HENRIQUE MILANEZ
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO
CARLOS, EM 19 DE SETEMBRO DE 2011.

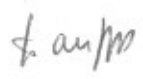
BANCA EXAMINADORA:



PROF. DR. JOSÉ ANGELO RODRIGUES GREGOLIN
ORIENTADOR
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS



PROF. DR. EDUARDO WINTER
INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL



PROF. DR. WALTER JOSÉ BOTTA FILHO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

APROVADO / HOMOLOGADO / REFERENDADO PELA CPG-CEM-EM SUA REUNIÃO
Nº <u>531</u> / <u>11</u> DE <u>20</u> / <u>11</u> / <u>2011</u>
_____ SECRETARIA DO PPG-CEM

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela oportunidade de viver, sonhar, errar, aprender e, principalmente, por colocar pelas pessoas maravilhosas em meu caminho.

Aos professores **José Angelo Rodrigues Gregolin e Leandro Innocentini Lopes de Faria**, pela amizade, pela paciência, por acreditar no meu trabalho e esforço, por compartilhar suas experiências e motivar o meu aprendizado diário, preocupando-se com a minha formação pessoal e profissional.

Aos **professores e colegas do NIT/Materiais** pela convivência e amizade, por compartilhar suas experiências e pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais** pelo suporte e pelo engajamento na formação de profissionais diferenciados.

A **Capes** pelo fomento desta pesquisa;

A meus pais, **José e Izilda**, fontes de inspiração, pelos exemplos de persistência e dedicação, por todo carinho e por sempre me incentivarem a enfrentar os desafios da vida.

A minha namorada **Paula**, pelo companheirismo e reciprocidade em todos os momentos, pelo carinho e dedicação, por me ajuda a ser uma pessoa melhor, motivando-me sempre, e por trazer alegria ao meu coração.

Aos meus irmãos **Vitor e Mateus**, e à **Talita**, pela amizade e confiança, pela convivência em momentos importantes em minha vida e pela dedicação.

A **toda minha família** que sempre estiveram presente e contribuíram de alguma forma para minha formação, em especial, tio **Chu**, tio **Pedro**, tia **Amanda** e vô **Chico**.

Ao **Paulo, Isabel e Thiago**, pela amizade e carinho, por compartilharem bons momentos comigo e por me receberem com muita alegria em suas vidas.

Muitas **pessoas e amigos queridos** fizeram parte de minha trajetória até aqui. Deixo meus sinceros agradecimentos e espero um dia poder retribuir a cada uma da melhor forma possível.

RESUMO

A nanotecnologia é um avanço tecnológico em vários campos, considerada emergente, interdisciplinar, universal e difuso, envolvendo o desenvolvimento principalmente de nanomateriais, que podem apresentar propriedades e comportamentos diferenciados. Os possíveis impactos sobre o desenvolvimento sustentável da sociedade tornam relevantes atividades de monitoramento em nanotecnologia e nanomateriais visando fornecer subsídios ao planejamento e à tomada de decisão. Na presente pesquisa, foi feito o mapeamento dos avanços em produtos, processos e materiais em nanotecnologia e em nanocelulose por meio de indicadores tecnológicos baseados em documentos de patentes. O progresso tecnológico em nanotecnologia mostrou-se concentrado no período 1999-2008, com envolvimento principalmente da China, Coréia do Sul, EUA e Japão. Os principais domínios de desenvolvimento tecnológicos em nanotecnologia foram Química-Materiais e Eletrônica-Eletricidade, com ênfase nos subdomínios Semicondutores e Materiais-Metalurgia. Os maiores detentores de documentos de patentes em nanotecnologia são de origem principalmente asiática, com destaque tanto empresas como universidades. No Brasil, o desenvolvimento da nanotecnologia mostrou-se bastante dependente de universidades e centros de pesquisa. No caso da nanocelulose, Japão e EUA são proeminentes e a maioria dos documentos de patentes tratou de processamento de polpa de celulose e as potenciais aplicações das nanoceluloses identificadas foram compósitos, tintas, cosméticos, fármacos e alimentos. Não foram identificados depositantes proeminentes entre os titulares e, nos últimos anos, houve crescimento da participação de universidades no patenteamento. No Brasil, grande parte dos documentos de patentes em nanocelulose está em domínio público e as desenvolvidas por brasileiros focalizam processos de obtenção de celulose a partir de bactérias. Os resultados sugeriram que em pesquisas de monitoramento e prospecção em nanotecnologia é necessária a análise setorial. Além disso, aprimoramentos metodológicos foram realizados mediante a automatização de recuperação, tratamento e filtragem de informação e

permitiram avanços em metodologias de monitoramento e prospecção tecnológica.

NANOTECHNOLOGY: TECHNOLOGICAL INDICATORS ON ADVANCES IN MATERIALS BASED ON PATENT ANALYSIS

ABSTRACT

Nanotechnology is a technological advance of several fields, regarded to be emergent, universal and diffuse field, involving mainly the development of nanomaterials, which can show different properties and behaviors. The possible impact in the society sustainable development becomes important the monitoring of nanotechnologies and nanomaterials in order to provide subsidies for planning and decision making. In this research, the advances in products, process and materials in nanotechnology and nanocelulose were mapped using patent indicators. The technological progress in nanotechnology was concentrated in 1999-2008, involving mainly China, Korea, USA and Japan. The most important domains in nanotechnology development were Chemistry-Materials and Eletronics-Eletricity, emphasizing the Semiconductors and Materials-Metallurgy subdomains. The largest patents holders in nanotechnology are mainly Asian, highlighting both companies and universities. In the Brazil, the nanotechnology developments were depended mainly on universities and research centers. To nanocelulose, Japan and USA were prominent and most of the patents applications were related to processing of cellulose pulp and the potential application of nanocelulose was associated to composites, paints, cosmetics, pharmaceuticals and foods. No important patent documents of nanocellulose technologies were identified in recent years, although the patenting of universities increased. In Brazil, most of the patent documents in nanocelulose are in the public domain and technology developed by Brazilian focus on processes for obtaining nanocellulose from bacteria. The outcomes suggested that monitoring and technological forecasting research of nanotechnology is necessary a sectorial analysis. Furthermore, methodological improvements were designed through the automation of recovery, treatment and filtering of information, which allowed advances in monitoring and technological forecasting methodologies.

PUBLICAÇÕES

EM ANAIS DE EVENTOS CIENTÍFICOS NACIONAIS

MILANEZ, D.H.; PERES, L.S.; FARIA, L.I.L.; GREGOLIN, J.A.R. Prospecção tecnológica em materiais nanoestruturados votados para a área de semicondutores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 19. , 2010, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 2010.

PERES, L.S.; MILANEZ, D.H.; FARIA, L.I.L.; GREGOLIN, J.A.R. Análise dos campos de aplicação de nanomateriais indexados no período entre 2004 e 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 19. , 2010, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 2010.

MILANEZ, D.H.; PERES, L.S.; FARIA, L.I.L.; GREGOLIN, J.A.R. Prospecção tecnológica em nanotecnologia voltada para a área de materiais e metalurgia. In: CONGRESSO ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 66. , 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2011.

ÍNDICE DE ASSUNTO

BANCA EXAMINADORA	i
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
PUBLICAÇÕES.....	ix
SUMÁRIO	xi
ÍNDICE DE TABELA	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	xxiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Importância da nanotecnologia e dos nanomateriais para o mundo atual ...	1
1.2 Objetivos da pesquisa.....	3
2 REVISÃO SOBRE NANOTECNOLOGIA, NANOMATERIAIS, MONITORAMENTO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA	5
2.1 Significado de nanotecnologia e nanomateriais.....	5
2.2 Nanotecnologia no mundo	13
2.3 Nanotecnologia no Brasil	20
2.4 Características e desafios no desenvolvimento de nanomateriais.....	26
2.4.1 Materiais nanoporosos	26
2.4.2 Materiais nanoparticulados	27
2.4.3 Dendrímeros	29
2.4.4 Filmes finos e revestimentos.....	30
2.5 Características e desafios em nanocelulose	31
2.6 Procedimentos para monitoramento e prospecção tecnológica em nanotecnologia	38
2.6.1 Peculiaridades da nanotecnologia e recomendações metodológicas para estudos prospectivos e de monitoramento	38
2.6.2 Recuperação de informação científica e tecnológica em nanotecnologia	43

2.6.3 Documentos de patentes como fonte de informação tecnológica em nanotecnologia.....	50
3 METODOLOGIA UTILIZADA.....	55
3.1 Procedimentos gerais.....	55
3.2 Base de dados e procedimentos para recuperação de registros bibliográficos de patentes.....	56
3.2.1 Base de dados de registros bibliográficos de patentes empregada	56
3.2.2 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em nanotecnologia.....	57
3.2.3 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em nanocelulose	59
3.3 Coleta de registros bibliográficos de patentes	60
3.4 Pretratamento dos dados bibliográficos.....	60
3.5 Importação dos registros para o software de análise bibliométrica	61
3.6 Processamento e tratamento dos registros bibliográficos de documentos de patentes	62
3.6.1 Separação dos registros por períodos.....	62
3.6.2 Categorização em domínios e subdomínios tecnológicos e assuntos tecnológicos das patentes.....	62
3.6.3 Obtenção análise dos titulares dos documentos de patentes.....	64
3.6.4 Cálculos para análise estatística	65
3.5 Procedimentos relativos a artigos científicos e outras fontes de informação empregadas.	66
3.6 Indicadores tecnológicos elaborados	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1 Indicadores tecnológicos em Nanotecnologia a partir de registros bibliográficos de documentos de patentes	69
4.1.1 Evolução do patenteamento em nanotecnologia e sua distribuição geográfica	69
4.1.2 Domínios e subdomínios tecnológicos em nanotecnologia	75
4.1.3 Principais titulares de documentos de patentes em nanotecnologia	78
4.1.4 Situação e perspectivas do patenteamento em nanotecnologia no Brasil	83
4.2 Indicadores tecnológicos em nanocelulose	90

4.2.1 Evolução do patenteamento mundial em nanocelulose	90
4.2.2 Principais países em documentos de patentes de nanocelulose	93
4.2.3 Titulares dos documentos de patentes em nanocelulose.....	95
4.2.4 Domínios e subdomínios tecnológicos associados ao patenteamento em nanocelulose e as principais aplicações das tecnologias	99
4.2.5 Patenteamento em nanocelulose no Brasil.....	104
4.3 Aprimoramentos das metodologias de recuperação e processamento de informação em nanotecnologia e nanocelulose.....	109
4.3.1 Aprimoramento em expressões de buscas para recuperação de informação.....	109
4.3.2 Desenvolvimento de programas computacionais para coleta, pré-tratamento e análise estatística de informações.....	112
4.4 Discussão geral dos resultados	113
5 CONCLUSÃO	121
6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	125
7 REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICE A – Detalhamento sobre o patenteamento em nanotecnologia ..	143
APÊNDICE B – Detalhamento sobre o patenteamento em nanocelulose	147
APÊNDICE C – Desenvolvimento de programa para verificação da prioridade de origem de patente	173

ÍNDICE DE TABELA

	Pag.
Tabela 2.1 Visão de diferentes instituições, países e programas de incentivo sobre a nanotecnologia ^[26,31,36-41]	6
Tabela 2.2 Códigos de grupos da Classificação Internacional Patentes para nanotecnologia (B82) ^[41]	10
Tabela 2.3 Exemplo de categorização dos nanomateriais segundo o número de dimensões ^[22]	11
Tabela 2.4 Marcos da história mundial da evolução da nanotecnologia ^[31,32]	15
Tabela 2.5 Subvenção econômica a empresas nos anos de 2007 e 2008 ^[9]	25
Tabela 2.6 Maiores produtores de celulose no mundo em 2009 ^[12]	33
Tabela 2.7 Áreas plantadas no mundo para produção de celulose ^[12]	33
Tabela 2.8 Tipos de nanocelulose, sinônimos, fontes e sua produção ^[11,64-66]	36
Tabela 2.9 Exemplo de etapas e termos de busca para recuperação de informação em bases de dados para nanotecnologia ^[21]	46
Tabela 2.10 Ocorrência de termos relacionados a nanociência e nanotecnologia na Web of Science e na Derwent Innovations Index de 1990 a 2010 ^[21]	48
Tabela 2.11 Ocorrência de termos derivados da busca, mas não relacionados a nanociência e nanotecnologia na Web of Science e na Derwent Innovations Index de 1990 a 2010 ^[21]	49
Tabela 3.1 Procedimento de busca adotado na E1.....	57
Tabela 3.2 Procedimento de busca adotado na E2.....	58
Tabela 3.3 Procedimento de busca adotado na E3.....	58
Tabela 3.4 Procedimento de busca adotado na En.....	60
Tabela 3.5 Código dos campos dos registros obtidos na base DII ^[87]	61
Tabela 3.6 Relacionamento entre códigos CIP e os domínios e subdomínios tecnológicos.....	63

	Pag.
Tabela 4.1 Porcentagem de documentos de patentes compartilhados e número de parceiros para os dez principais titulares em nanotecnologia.	82
Tabela 4.2 Subdomínios Tecnológicos envolvidos nos documentos de patentes em nanocelulose nos períodos 1979-1988, 1989-1998 e 1999-2008, valor acumulado de depósitos e proeminência sobre o total de documentos de patentes em nanocelulose para 1979-2008.....	101
Tabela 4.3 Número dos pedidos de patentes em nanocelulose no Brasil: titulares, país de origem do titular e situação junto ao INPI.....	106
Tabela 4.4 Subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil e sua proeminência no período 1979-2008.....	109
Tabela 4.5 Termos incorporados na expressão de busca para nanocelulose (En), número de documentos de patentes recuperados e número de documentos de patentes em intersecção com E3, para nanotecnologia geral.....	111
Tabela A1 Detalhamento dos depósitos de documentos de patentes para vinte principais países entre 1956 a 2008.....	143
Tabela A2 Subdomínios tecnológicos associados à nanotecnologia geral, total de patentes, número de depósitos anuais, taxa de crescimento e proeminência para o período 1999-2008.....	145
Tabela A3 Número anual, total e proeminência dos documentos de patentes brasileiras em nanotecnologia associados aos subdomínios tecnológicos no período 1999-2008.....	146
Tabela B1 Titulares dos documentos de patente mundiais em nanocelulose no período 1982 a 1985.....	147
Tabela B2 Número de depósitos de documentos de patentes em nanocelulose da empresa Daicel Chemical Industries por quinquênio.....	147
Tabela B3 Assuntos tecnológicos e o número de documentos de patentes associados a eles entre 1982 e 1985 do portfólio da Daicel Chemical Industries.....	148

	Pag.
Tabela B4 Relação de titulares dos documentos de patentes em nanocelulose no período 1995 a 1997.....	150
Tabela B5 Número anual e total de documentos de patentes em nanocelulose em todos os países no período de 1979 a 2008.....	151
Tabela B6 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) dos documentos de patentes brasileiras no período 1979-2008.....	154
Tabela B7 Informações referentes aos documentos de patentes em nanocelulose originados no Brasil do período 1979-2008.....	156
Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008.....	160
Tabela B9 Subdomínios e assuntos tecnológicos para nanocelulose depositadas no Brasil entre 1979 e 2008.....	169

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Exemplo de classificação de nanomateriais com base nas suas propriedades físicas e químicas ^[45]	12
Figura 2.2 Crescimento do número de publicações científicas em nanotecnologia para o período 1990 a 2005 ^[21]	16
Figura 2.3 Crescimento no número de documentos de patentes em nanotecnologia para o período 1990 a 2005 ^[21]	17
Figura 2.4 Estimativa dos gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia ^[57]	19
Figura 2.5 Número de artigos publicados em nanotecnologia por universidades e centros de pesquisa do Brasil em revistas indexadas na Web of Science no período 2005-2008 ^[2]	22
Figura 2.6 Número de grupos ligados à pesquisa em nanotecnologia distribuídos pelas universidades brasileiras ^[2]	23
Figura 2.7 Depósitos de patentes em nanotecnologia no Brasil no 1º semestre de 2010 por país de origem ^[62]	24
Figura 2.8 Unidade de repetição (monômero) da celulose ^[64]	34
Figura 2.9 Micrografias dos diferentes tipos de morfologia de nanoceluloses, obtidas por microscopia eletrônica (de transmissão – (a) e (b), e de varredura – (c)) ^[11,76]	36
Figura 2.10 Cadeia de valores em nanotecnologia ^[2,44]	43
Figura 3.1 Fluxograma simplificado do procedimento para recuperação de informação e elaboração de indicadores bibliométricos a partir de documentos de patentes e análise dos resultados.....	55
Figura 4.1 Distribuição decenal do número de documentos de patentes associadas à nanotecnologia.....	70
Figura 4.2 Número e taxa de crescimento anual no patenteamento em nanotecnologia para período 1990 a 2008.....	71
Figura 4.3 Desagregação dos documentos de patentes em nanotecnologia no período 1999-2008 em regiões geográficas.....	72

	Pág.
Figura 4.4 Relação dos dez principais países patenteamento em nanotecnologia mais o Brasil e seus crescimentos no período 1999-2008.....	73
Figura 4.5 Evolução no número anual total de documentos de patentes para os cinco países proeminentes em nanotecnologia no período 1999-2008.....	74
Figura 4.6 Total de documentos de patentes para os domínios tecnológicos associados à nanotecnologia e seu crescimento no período 1999-2008.....	76
Figura 4.7 Número de documentos de patentes e crescimento dos dez principais subdomínios tecnológicos associados à nanotecnologia no período 1999-2008.....	77
Figura 4.8 Principais titulares dos documentos de patentes em nanotecnologia de 1999 a 2008.....	79
Figura 4.9 Origem dos documentos de patentes em nanotecnologia depositados no Brasil no período 1999-2008.....	84
Figura 4.10 Evolução do patenteamento em nanotecnologia com prioridade no Brasil.....	84
Figura 4.11 Evolução do patenteamento em nanotecnologia para os tipos de titulares para o período 1999-2008.....	86
Figura 4.12 Principais titulares de documentos de patentes em nanotecnologia no Brasil no período 1999-2008.....	87
Figura 4.13 Número de documentos de patentes associados aos domínios tecnológicos em nanotecnologia depositados por brasileiros no período 1999-2008.....	88
Figura 4.14 Principais subdomínios tecnológicos associados a documentos de patentes brasileiras em nanotecnologia no período 1999-2008.....	89
Figura 4.15 Patenteamento mundial em nanocelulose entre 1979 e 2008 subdividido em períodos de dez anos.....	91

	Pág.
Figura 4.16 Documentos de patentes em nanocelulose e sua participação no patenteamento em nanotecnologia no período de 1979 a 2008.....	92
Figura 4.17 Detalhe do patenteamento em nanocelulose no período de 1979 a1998.....	93
Figura 4.18 Número de documentos de patentes e relevância da nanocelulose para cada país no período 1999-2008.	94
Figura 4.19 Número de titulares em documentos de patentes de nanocelulose em função do tempo.....	95
Figura 4.20 Tipo Número de documentos de patentes associado ao tipo de titular em função do tempo.....	96
Figura 4.21 Número e tipo de titulares e o número de documentos de patentes em nanocelulose depositadas no período 1979-2008.....	97
Figura 4.22 Número de titulares com quantidades distintas de documentos de patentes em nanocelulose em função do tempo.....	98
Figura 4.23 Domínios tecnológicos associados ao patenteamento em nanocelulose no período de 1979 a 2008.....	99
Figura 4.24 Rede de co-ocorrência entre os subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em nanocelulose no período 1979-2008. Os relacionamentos mais relevantes estão destacados em ordem numérica.....	103
Figura 4.25 Número de documentos de patentes depositados no Brasil e seus respectivos países de origem no período 1979-2008.....	104
Figura 4.26 Domínios tecnológicos relacionados aos documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil no período 1979-2008.	107
Figura 4.27 Número de registros bibliográficos de documentos de patentes recuperadas por diferentes expressões de busca empregadas.	110
Figura A1 Número anual de documentos de patentes em cada domínio tecnológico no período 1999-2008.....	144
Figura B1 Número de documentos de patentes em nanocelulose originadas no Brasil em função do tempo.....	152

	Pág.
Figura B2 Domínios tecnológicos associados às documentos de patentes brasileiras em nanocelulose no período 1979-2008.....	153
Figura C1 Exemplo de registro bibliográfico de patente.....	174
Figura C2 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.....	175
Figura C3 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.....	175
Figura C4 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.....	176
Figura C5 Parte de registro bibliográfico de documento de patente (o mesmo da Figura D4) tratado pelo programa. Em vermelho encontra-se o novo campo criado (PO) com os dados corretos para elaboração de indicadores de documento de patente para país e data.....	176

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

AFM - Microscópio de Força Atômica

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel

BRIC - Bloco econômico: Brasil, Rússia, Índia e China

Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

C_i - Crescimento percentual no período

CIP - Classificação Internacional de Patentes

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CVD - Chemical Vapour Deposition

DII - Derwent Innovations Index

DNA - Ácido desoxirribonucleico

E1 - Expressão de busca 1 para nanotecnologia

E2 - Expressão de busca 2 para nanotecnologia

E3 - Expressão de busca 3 para nanotecnologia

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

En - Expressão de busca para nanocelulose

EPO - European Patent Office ou Escritório Europeu de Patentes

EUA - Estados Unidos da América

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

IBM - International Business Machine

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

- INPI** - Instituto Nacional da Propriedade Industrial
- ISO** - International Organization for Standardization
- ICT** - Instituições de Ciência e Tecnologia
- LCD** - Liquid Crystal Display
- LNLS** - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
- MCT** - Ministério da Ciência e Tecnologia
- MEMS** - Microelectromechanical systems
- Nano** - Nanotecnologia
- Nanobio** - Nanobiotecnologia
- NASA** - National Aeronautics and Space Administration (EUA)
- NEMS** - Nanoelectromechanical systems
- N_i** - Número de documentos de patentes no ano ou período “i”
- N_j** - Número de documentos de patentes no ano ou período “j”
- nm** - nanométrico
- NNI** - National Nanotechnology Initiative (EUA)
- NT** - Número total de patentes
- OLED** - Organic Light Emitting Diode
- OMC** - Organização Mundial do Comércio
- OST** - Observatoire des Sciences et des Techniques (França)
- PCT** – Patent Cooperation Treaty
- P_i** - Proeminência
- PITCE** - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do Brasil
- PPA** - Plano Plurianual (Governo Federal brasileiro)
- PUC-Rio** - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
- PVD** - Physical Vapour Deposition
- STM** - Microscópio de Varredura por Tunelamento

T_i - Taxa de crescimento anual

TRIPS - Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights

UFABC - Universidade Federal do ABC

UFCE - Universidade Federal do Ceará

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFG - Universidade Federal de Goiás

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFPA - Universidade Federal do Pará

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

UFSE - Universidade Federal de Sergipe

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

UnB - Universidade de Brasília

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Unicamp - Universidade Estadual de Campinas

UNIFRA - Centro Universitário Franciscano

USP - Universidade de São Paulo

USPTO - United States Patent and Trademark Office

UV - Ultravioleta

WIPO - World Intellectual Property Organization ou Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI)

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância da nanotecnologia e dos nanomateriais para o mundo atual

Os nanomateriais são muito importantes por poderem apresentar propriedades físicas, químicas, mecânicas e biológicas distintas das observadas no mesmo material em escalas maiores. Esse comportamento diferenciado oferece um horizonte de aplicações para o uso de nanotecnologia em muitos produtos e processos para a sociedade ^[1,2]. Essa perspectiva de novas aplicações a partir de nanomateriais impulsiona o desenvolvimento de nanotecnologias em diversos países, destacando-se EUA, Japão, China, Coréia e países da União Europeia, com iniciativas e incentivos a pesquisa e desenvolvimento com vistas à competitividade no mercado globalizado ^[3-7]. No Brasil, a nanotecnologia também é considerada estratégica e seu avanço é estimulado pelo governo e por empresas ^[8,9].

A nanocelulose é um dos nanomateriais que tem recebido crescente atenção mundial pelo seu grande potencial de aplicações e pela celulose possuir forte apelo sustentável por ser obtida a partir de fontes renováveis e, também, por ser biodegradável. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de celulose, que faz parte da grande biodiversidade do país, e a nanocelulose pode ser importante oportunidade de agregação de valor, reconhecido, por exemplo, pela participação de empresas associadas à Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) no Fórum de Competitividade em Nanotecnologia ^[10], ocorrido entre os dias 2 e 3 de dezembro, pelas consultas sobre parcerias das mesmas junto a instituições de ciência e tecnologia ^[10-12].

Como os recursos financeiros voltados para pesquisa e desenvolvimento são em geral limitados, atividades como as de prospecção tecnológica e de inteligência competitiva tem o propósito de fornecer subsídios com informação qualificada para o planejamento e tomada de decisão ^[13-16]. Nesse contexto, indicadores tecnológicos são elementos essenciais para analisar a

concorrência, acompanhar as tendências tecnológicas, realizar o mapeamento de tecnologias e analisar outras perspectivas de futuro. Um dos principais insumos para a construção de indicadores tecnológicos é o documento de patente que, além de ser um título de propriedade, fornece informações importantes sobre a tecnologia patenteada. Com a emergência da nanotecnologia, as informações contidas em documentos de patentes tornam-se um instrumento estratégico para a prospecção tecnológica e a inteligência competitiva ^[17-19], o que é um desafio quando se trata de nanotecnologias e o uso de documentos de patentes como fonte de informação ^[5,20-23].

A nanotecnologia apresenta peculiaridades que desafiam a elaboração de indicadores, como a sua interdisciplinaridade, que pode ser exemplificada para a nanocelulose, que envolve áreas como engenharia, química e biologia, principalmente ^[3,23]. Outra particularidade é definir o que é e o que não é nanotecnologia, motivo de debate na comunidade científica e tecnológica, e caracteriza a nanotecnologia como emergente ^[20,21,24-27]. As indefinições terminológicas, por exemplo, aumentam a complexidade da construção de expressões de busca para a recuperação de informação, para nanotecnologia em geral ^[5,19,21], e também para os casos específicos como em nanocelulose ^[11]. Na presente pesquisa, a nanotecnologia deve ser compreendida como o entendimento, controle e aplicação da matéria e de processos em escalas nanométricas, tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100 nm ^[28].

A emergência da nanotecnologia pode ser vista também pelos desafios para se conseguir o aumento da escala de produção com qualidade e confiabilidade no produto final, sem agressão ao meio ambiente e à saúde humana e animal ^[1,4,10,29,30]. Faltam também marcos regulatórios que descrevam os possíveis efeitos e riscos, ainda pouco conhecidos, e procedimentos e cuidados necessários para manipulação segura de nanomateriais, inclusive para nanocelulose, o que tem sido motivo de bastante pressão por parte da sociedade. Incertezas como essas fazem com que determinadas empresas desenvolvam produtos e processos em segredo industrial ou depositem pedidos de patentes sem mencionar que o produto incorpora nanotecnologia ^[29,30].

Diante da importância da nanotecnologia e dos nanomateriais, inclusive da nanocelulose, para a inovação e competitividade, é relevante a realização de novas pesquisas que permitam reduzir as lacunas e avançar o conhecimento sobre essa área tecnológica e sobre as técnicas analíticas de informação baseadas em indicadores tecnológicos obtidos a partir de documentos de patentes.

1.2 Objetivos da pesquisa

Considerando a relevância e as lacunas de informações sobre nanotecnologia e nanomateriais, o objetivo da presente pesquisa é identificar os avanços em produtos, processos e materiais em nanoescala, com ênfase em nanocelulose, a partir do emprego da análise de indicadores obtidos de documentos de patentes. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Mapear a evolução temporal do patenteamento em nanotecnologia, sua distribuição geográfica, os países proeminentes e os principais titulares;
- Caracterizar os principais domínios e subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em nanotecnologia;
- Analisar a participação mundial do Brasil no desenvolvimento de documentos de patentes em nanotecnologia, com ênfase nos principais titulares, domínios e subdomínios tecnológicos;
- Aprofundar o processo de mapeamento tecnológico mediante estudo do patenteamento mundial e brasileiro em nanocelulose, com a identificação dos principais países e depositantes atuantes, evolução temporal, domínios, subdomínios e assuntos tecnológicos, e, no caso brasileiro, situação dos documentos de patentes;
- Analisar as limitações do procedimento adotado e as eventuais adaptações necessárias para o mapeamento tecnológico em outros casos e contextos dos nanomateriais.

2 REVISÃO SOBRE NANOTECNOLOGIA, NANOMATERIAIS, MONITORAMENTO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

2.1 Significado de nanotecnologia e nanomateriais

Em estudos de monitoramento e inteligência tecnológica, principalmente quando se emprega de documentos de patentes como fonte de informação, é importante encontrar uma clara definição para o objeto de estudo – no caso, a nanotecnologia. Como enfatizado por diversos autores ^[24,26,27,31,32], a definição deve distinguir a nanotecnologia de outras tecnologias e limitar os domínios de pesquisas e desenvolvimentos relacionados. Uma boa definição, no contexto de documentos de patentes, também contribuiria para separar um invento¹ que está associado à nanotecnologia do que não está, além de se recuperar o estado da arte para avaliação de critérios de patenteabilidade², necessários para que haja concessão da patente ^[20,24,31].

Um levantamento com dez definições, mostrado na Tabela 2.1, apresenta diferentes formas de compreender a nanotecnologia a partir da visão de programas de pesquisa e incentivo de diferentes países, entidades e organizações oficiais e classificação de patentes ³ adotadas pelos escritórios de patentes. Embora a tabela não contenha todas as definições que possivelmente já foram elaboradas sobre nanotecnologia, pode-se verificar a complexidade em lidar com tal questão e que não há consenso para uma única definição aceita mundialmente.

¹ Invento ou invenção é uma nova solução (tecnologia, processo ou produto) não óbvia para um problema técnico ^[33].

² São critérios estabelecidos por leis que devem ser atendidos para que haja concessão da patente. No Brasil, a lei da propriedade industrial estabelece critérios de patenteabilidade para patente de invenção (que são: novidade, atividade e aplicação industrial) e para modelo de utilidade (novidade, ato inventivo, melhoria funcional e aplicação industrial) ^[34].

³ As classificações de patentes fazem parte de sistemas de classificação adotados por escritórios de patentes com o objetivo facilitar a organização e recuperação dos documentos de patentes. O sistema de classificação de patente mais importante é a Classificação Internacional de Patentes (CIP), elaborada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e utilizada por todos os escritórios de patentes do mundo ^[35].

Tabela 2.1 Visão de diferentes instituições, países e programas de incentivo sobre a nanotecnologia.

#	O que é nanotecnologia?
1	<p>7th Framework Programme (2007-2013) – União Europeia ^[31]</p> <p>"Geração de novos conhecimentos na interface e fenômenos dependentes do tamanho; controle em nanoescala das propriedades dos materiais para novas aplicações; integração de tecnologias em nanoescala; propriedades de auto-organização; nanomotores; máquinas e sistemas; métodos e ferramentas para caracterização e manipulação em dimensão nanométrica; tecnologias de precisão nanométrica em química para manufatura de materiais e componentes básicos; impacto sobre a segurança e saúde humana e sobre o meio ambiente; metrologia; monitoramento e experiência, nomenclatura e normas; exploração de novos conceitos e abordagens para aplicações setoriais, incluindo a integração e convergência de tecnologias emergentes".</p>
2	<p>National Nanotechnology Initiative (NNI) – EUA ^[31,36]</p> <p>"Nanotecnologia é o entendimento e controle de matéria em dimensões entre 1 e 100 nanômetros, onde fenômenos únicos permitem novas aplicações. Englobando ciência, engenharia e tecnologia em nanoescala, a nanotecnologia envolve visualização, medição, modelamento e manipulação da matéria nesta escala".</p>
3	<p>Second Science and Technology Basic Plan (2001-2005) – Japão ^[26]</p> <p>"Nanotecnologia é uma ciência e tecnologia interdisciplinar que engloba tecnologia de informação, ciências do meio-ambiente, ciências da vida, ciência dos materiais etc. É o controle e manipulação de átomos e moléculas na escala nanométrica (1/1.000.000.000), que permite descobertas de novas funções considerando as vantagens das características únicas no tamanho nanométrico, então pode trazer inovação tecnológica para vários campos"</p>
4	<p>National Aeronautics and Space Administration (NASA) – EUA ^[26,37]</p> <p>Nanotecnologia é a criação de materiais, dispositivos e sistemas funcionais pelo controle da material na escala nanométrica (1-100 nanômetros) e exploração de novos fenômenos e propriedades (física, química, biológica, mecânica, elétrica,...) nesta escala.</p>
5	<p>Sociedade Real de Londres – Reino Unido ^[26,38]</p> <p>"Nanociência é o estudo de fenômenos e manipulações s de materiais em escala atômica, molecular e macromolecular, onde as propriedades diferem significativamente daquelas em escala maior; Nanotecnologias são o design, caracterização, produção e aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas pelo controle do tamanho e forma em escala nanométrica".</p>
6	<p>International Organization for Standardization (ISO) – TC229 ^[28,31]</p> <p>"Entendimento e controle da matéria e processos em escala nanométrica, tipicamente, mas não exclusivamente, inferior a 100 nanômetros em uma ou mais dimensões onde os fenômenos dependentes da escala permitem novas aplicações. Utilizando as propriedades dos materiais em nanoescala que diferem das propriedades de átomos individuais, moléculas e bulk matéria, para criar materiais, dispositivos e sistemas avançados que utilizam estas novas propriedades"</p>
7	<p>Escritório Europeu de Patentes (EPO) – Código de Classificação Y01N ^[26,31]</p> <p>"O termo nanotecnologia cobre entidades com tamanho geométrico controlado de pelo menos um componente funcional abaixo de 100 nm em uma ou mais dimensões susceptível a ter efeitos físico, químico ou biológico intrínsecos a este tamanho. Cobre equipamentos, métodos de análise controlada, manipulação, processamento, fabricação ou medição com precisão inferior a 100 nm".</p>

Tabela 2.1 Visão de diferentes instituições e programas de incentivo sobre a nanotecnologia (*continuação*).

#	O que é nanotecnologia?
8	<p>Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO) – Código de Classificação de Patente 977 ^[39,40]</p> <p>“Relaciona-se à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia na escala de aproximadamente 1–100 nm em pelo menos uma dimensão. Fornece um entendimento fundamental de fenômenos e materiais em nanoescala e cria e usa estruturas, dispositivos e sistemas que possui novas propriedades e funções dependentes desta escala”</p>
9	<p>Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) – Código de Classificação Internacional de Patentes B82, com válida até 2010 ^[26,41]</p> <p>“Nanoestrutura designa uma disposição precisa de matéria de escala atômica que tem configuração de forma particular, incluindo, pelo menos, um elemento essencial, em um único bloco, que:</p> <p>(i) está formado por um único átomo, uma única molécula ou um conjunto de átomos ou moléculas extremamente pequeno, conjunto que não é detectável completamente por meio de um microscópico ótico; e</p> <p>(ii) foi formado pela manipulação individual de seus átomos ou moléculas como unidades individuais durante sua fabricação”</p>
10	<p>Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) – Código de Classificação Internacional de Patentes B82, válida a partir de 2011 ^[41]</p> <p>“‘Tamanho nano’ ou ‘escala nano’ refere-se a um tamanho geométrico controlado abaixo de 100 nanômetros (nm) em uma ou mais dimensões. ‘Nano estrutura’ significa uma entidade tendo pelo menos um componente funcional de tamanho ‘nano’ que possui propriedades físicas, químicas ou biológicas ou efeitos disponíveis, que são unicamente atribuídos à escala nano”</p>

Fonte: Adaptação de definições referenciadas ^[26,31,36-41]. Tradução feita pelo autor da presente pesquisa.

Todas as definições encontradas tratam da relação da nanotecnologia com fenômenos intrínsecos ao tamanho nanométrico e, algumas delas (de números #2, #4, #7, #8 e #10 da Tabela 2.1) limitam o tamanho funcional do que seria esta escala nanométrica (1-100 nanômetros ou < 100 nm). Para a definição #6, descreve-se que os fenômenos são típicos, mas não exclusivo, ao tamanho inferior a 100 nm, o que flexibiliza a definição de nanotecnologia. As dimensões funcionais (pelo menos uma na nanoescala) estão destacadas em quatro definições (#6, #7, #8 e #10).

A interdisciplinaridade é evidenciada em três definições (#3, #7, #10). A manipulação, caracterização e controle estão claramente descritas na maioria das definições, o que coloca no contexto de nanotecnologias equipamentos de análise, controle e processamento. No entanto, apenas algumas definições englobam visivelmente processos de produção ou fabricação (#5, #7 e #9) e aplicações de nanotecnologias (#1, #4, #5 e #6). As abordagens e focos

adotados pelos diversos programas e entidades da Tabela 2.1 variam consideravelmente, mostrando a dificuldade de se entender o que está contido no escopo da nanotecnologia.

A definição aparentemente mais limitada é a classificação B82⁴, criada pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI)⁵, cuja validade expirou no final do ano de 2010. Nela, está compreendida apenas nanoestruturas, a formação por manipulação e a fabricação destas. Além disso, a classificação B82 utiliza expressões vagas como “extremamente pequeno” e “não detectável completamente por microscópio ótico”, o que realça sua limitação. Em contraste, a descrição contida no 7th Framework Programme aparenta ser a mais abrangente, pois inclui desde normas e metrologias até o impacto sobre a segurança, saúde humana e meio ambiente da nanotecnologia.

Os escritórios de patente europeu (EPO, sigla em inglês) e americano (USPTO, sigla em inglês) entendem que é nanotecnologia quando houver funcionalidade nova devido ao tamanho de partícula ou estrutura abaixo de 100 nm em pelo menos uma dimensão funcional. O EPO diferencia-se por deixar claro quais são os efeitos funcionais possíveis (físicos, químicos e/ou biológicos) e englobam equipamentos e métodos de manipulação e caracterização, fabricação e processamento com precisão para a escala.

O código de classificação CIP B82, que passou a valer a partir de 2011, é um indicativo da tendência mundial de uma definição do que é nanotecnologia. Além de contemplar o caráter interdisciplinar, os fenômenos físicos, químicos e biológicos devem ser diferenciados do comportamento macroscópico para caracterizar a nanotecnologia. A ocorrência depende da

⁴ A classificação B82 pertence ao sistema de Classificação Internacional de Patentes (CIP), elaborada pela OMPI e utilizada mundialmente com o objetivo de organizar e facilitar a recuperação e o acesso ao documento de patente. A CIP também permite a elaboração de estatísticas ou indicadores para avaliação do desenvolvimento tecnológico de diversas áreas e setores. Com o objetivo de adaptação aos métodos modernos de acesso e recuperação de informação, incorporar novas tecnologias, aprimorar as classificações existentes e eliminar erros, a CIP é constantemente revisada [17,33,35,42].

⁵ A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), criada em 1967, é uma agência especializada das Nações Unidas voltada para o desenvolvimento equilibrado e acessível do sistema internacional de propriedade intelectual, estimulando a proteção de propriedade intelectual e a cooperação entre os Estados membros. Sua sede fica em Genebra, Suíça [43].

existência de pelo menos um componente funcional em escala nanométrica, tipicamente abaixo de 100 nm.

O conceito de nanotecnologia que aparentemente é mais apropriado para o escopo da presente pesquisa refere-se ao entendimento e controle da matéria em escala tipicamente abaixo 100 nanômetros, dos processos envolvidos no processamento e na caracterização e das aplicações finais, o que corrobora em parte com a norma TC229 da International Organization for Standardization (definição #6 da Tabela 2.1). Deve considerar, ainda, que os fenômenos decorrentes da nanotecnologia podem envolver aspectos químicos, físicos, biológicos ou mecânicos.

Em documentos de patentes, um importante detalhamento dos assuntos tecnológicos associados à nanotecnologia é o caracterizado nos desdobramentos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) em seções, classes, subclasses, grupos e subgrupos, amplamente utilizados pelos escritórios de patentes. Destaca-se, principalmente, o código CIP B82 que, após ter sido criado em 2000, passou a ter as seguintes duas subclasses a partir de 2011, também mostradas na Tabela 2.2:

- B82B – sobre fabricação e manipulação de nanoestruturas;
- B82Y – sobre aplicações de nanotecnologias em biotecnologias, nanomedicina, processamento de dados, ótica, magnetismo, materiais, sensores, ferramentas de medição e fabricação.

Por exemplo, o código B82B 1/00 trata de aspectos relacionados a nanoestruturas e o código B82Y 30/00 está associado à ciência dos materiais ou de superfícies, incluindo nanocompósitos.

Tabela 2.2 Códigos de grupos da Classificação Internacional Patentes para nanotecnologia (B82).

Código	Descrição
B82B 1/00	Nanoestruturas formadas por manipulação individual de átomos, moléculas, ou grupos limitados de átomos ou moléculas como unidades discretas.
B82B 3/00	Fabricação ou tratamento de nanoestruturas formadas por manipulação individual de átomos, moléculas, ou grupos limitados de átomos ou moléculas como unidades discretas.
B82Y 5/00	Nanobiotecnologia ou nano medicina, por ex., engenharia de proteínas ou liberação de drogas.
B82Y 10/00	Nanotecnologia para processamento, armazenamento ou transmissão de informação, por ex., computação quântica, lógica de um único elétron.
B82Y 15/00	Nanotecnologia para interação, sensoriamento ou atuação, por ex., pontos quânticos como marcadores em testes de proteínas ou motores moleculares.
B82Y 20/00	Nano-óptica, por ex., óptica quântica ou cristais fotônicos.
B82Y 25/00	Nanomagnetismo, por ex., magnetoimpedância, magnetoresistência anisotrópica, magnetoresistência gigante ou magnetoresistência de tunelamento.
B82Y 30/00	Nanotecnologia para ciência de materiais ou de superfícies, por ex., nanocompósitos.
B82Y 35/00	Métodos ou aparelhos para medição ou análise de nanoestruturas.
B82Y 40/00	Fabricação ou tratamento de nanoestruturas.
B82Y 99/00	Matéria não abrangida pelos demais grupos desta subclasse.

Fonte: Elaborada com base na tradução dos códigos de Classificação Internacional de Patentes OMPI oferecidos pelo INPI ^[41].

Os nanomateriais são os precursores da nanotecnologia e podem ser entendidos como materiais engenheirados em nanoescala, com dimensões típicas de 0,1 a 100 nm, e comportamentos diferenciados ou totalmente novos quando comparados com aos mesmos materiais em macroestrutura ou microestrutura ^[1].

Existem terminologias que definem diferentes tipos de nanomateriais, incluindo: materiais nanoestruturados, nanopartículas, nanocompósitos, nanocápsulas, materiais nanoporosos, nanofibras, fulerenos, nanofios, nanotubos de carbono com parede simples ou múltipla, dendrímeros, moléculas elétricas, pontos quânticos e filmes finos. Esses termos podem ser categorizados, por exemplo, a partir do número de dimensões em escala nanométrica, conforme indicado na Tabela 2.3, e que pode ser agrupados da seguinte maneira ^[1,22].

- **Uma dimensão em nanoescala** (espessura): materiais dispostos em camadas, como filmes finos e recobrimentos de superfície;
- **Dois dimensões em nanoescala** (espessura e largura): materiais como nanofios e nanotubos;
- **Três dimensões em nanoescala** (espessura, largura e profundidade): materiais nanoparticulados, coloides e pontos quânticos.

Tabela 2.3 Exemplo de categorização dos nanomateriais segundo o número de dimensões.

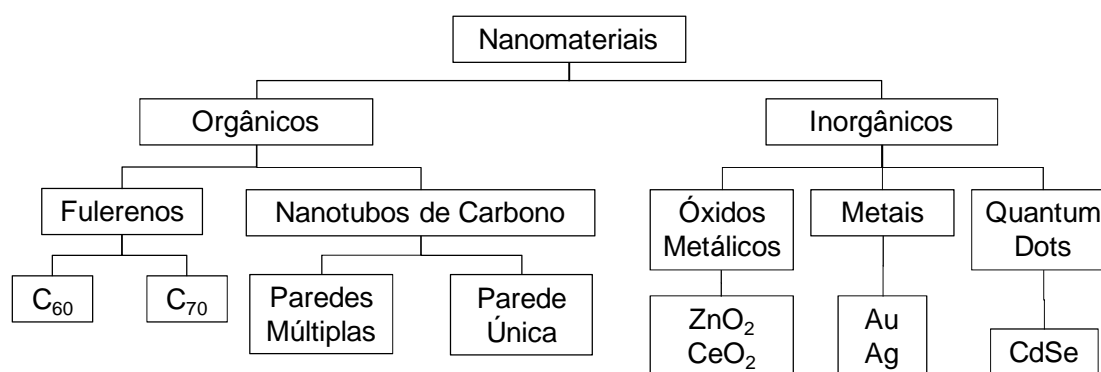
Dimensões	Exemplo de materiais	Exemplo de aplicação
Uma	Filmes finos	Tecidos respiráveis e a prova de água, aparelhos eletrônicos e veículos.
	Superfícies engenheiradas	Células a combustível e catalisadores.
Duas	Nanotubos de carbono	Reforço em compósitos, embalagens antiestáticas, sensores, nanodispositivos e display.
	Nanotubos inorgânicos	Catálises, fotocatálises, armazenamento de energia.
	Nanofios semicondutores	Armazenamento de dados, nanodispositivos eletrônicos e optoeletrônicos e dispositivos quânticos.
Três	Nanopartículas	Protetor solar, cosméticos, tecidos, tinta de recobrimento de aviões, <i>drug delivery</i> , catálise, purificação de água, para-choque e pneus de carro.
	Materiais nanocristalinos	Imagem de ressonância magnética, motores, microssensores, implantes ortopédicos, válvulas de coração artificial.
	Fulerenos	Lubrificante de superfície, veículos de <i>drug delivery</i> e circuitos eletrônicos
	Dendrímeros	Transportador de drogas, limpeza de ambiente, recobrimento, tintas.
	Pontos quânticos	Células solares, compostos, marcadores biológicos fluorescentes.

Fonte: Adaptado de Miyzaki e Islam ^[22].

O desenvolvimento de nanomateriais, processos de produção e incorporação em produtos representam grandes oportunidades para indústrias estabelecidas em praticamente todos os setores produtivos ou para novos negócios emergentes no contexto da nanotecnologia ^[1]. Nanomateriais são relevantes para nanotecnologia e podem tornar-se *commodities* do século XXI

[44] e, portanto, possuem um papel proeminente no desenvolvimento econômico e sustentável.

Peralta-Videa et al. [45] classificaram os nanomateriais conforme suas propriedades físicas e químicas, como exhibe a Figura 2.1. Embora no contexto de materiais orgânicos encontrem-se apenas nanomateriais de carbono (nanotubos e fulerenos), outros nanomateriais podem ser incluídos, por exemplo, nanocelulose ou dendrímeros.



Fonte: Adaptado de Peralta-Videa et al [45].

Figura 2.1 Exemplo de classificação de nanomateriais com base nas suas propriedades físicas e químicas.

Pelas propriedades inovadoras, os nanotubos de carbono tem sido os nanomateriais com maior incidência de estudos monitoramento⁶ na literatura. Em 2000, Gupta e Pangannaya [46] realizaram um estudo com documentos de patentes, na qual a produção de dispositivos eletrônicos e materiais compósitos com nanotubos de carbono estavam em estágios iniciais e as propriedades ainda eram pouco conhecidas na época. Os autores verificaram alta citação de trabalhos científicos em patentes, o que indicou que o desenvolvimento dos nanotubos e suas aplicações estavam atrelados ao entendimento de suas características e propriedades por meio da ciência.

Em 2007, Kuusi and Meyer [47] assumem que os nanotubos de carbono terão um papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias no futuro. Analisando citações em documento de patente os autores identificaram

6

documentos chave no processo de inovação e relataram o sucesso do desenvolvimento de dispositivos de memória randômica feitos com nanotubos de carbono pela empresa Nantero Co.

O Nanoroadmap ^[1] europeu, publicado em 2006 durante a vigência do 6th Framework Programme, apresentou uma prospecção tecnológica em nanotecnologia voltada para alguns campos específicos, dentre os quais se destacou o de materiais. A perspectiva do trabalho foi de dez anos (até 2015) e o método empregado foi qualitativo, refletindo a visão de alguns especialistas da área. Em geral, os principais desafios identificados foram a ampliação de escala de produção e nas técnicas de controle de qualidade que viabilizassem a aplicação desejada. Neste caso, a falta de marco regulatórios, procedimentos de segurança e o impacto socio-ambiental salientariam a necessidade de controle sobre nanomateriais.

2.2 Nanotecnologia no mundo

Apesar de algumas nanoestruturas e nanopartículas serem utilizadas há mais de 50 anos em áreas metalúrgicas e de cerâmica ^[26,31,48], o início da nanotecnologia pode ser tomado em 29 de dezembro de 1959, quando o renomado físico Richard Feynman, em uma palestra pós-jantar da reunião anual da Sociedade Americana de Física, indicou a possibilidade de manipulação de átomos individualmente ^[31]. Vencedor do Prêmio Nobel de Física em 1965, Feynman apresentou uma palestra intitulada “There is Plenty of Room at the Bottom”⁷, na qual idealizou que máquinas “grandes” deveriam fazer máquinas “menores”, e estas elaborar outras “menores” ainda, em um processo contínuo da macroescala para a microescala. Contudo, o termo “nanotecnologia” surgiu somente em 1974, proposto pelo professor Norio Taniguchi, da Universidade de Ciências de Tóquio, para descrever processos de semicondução e deposição de filmes finos ^[31].

⁷ O título da palestra pode ser traduzido como “Há bastante espaço vazio lá embaixo” ^[49].

A partir de então, embora importantes avanços em processo de trabalho em escalas cada vez menores tenham ocorrido, houve limitações principalmente devido à falta de equipamentos de caracterização e manufatura. Na década de 1980, o desenvolvimento dos microscópios de tunelamento ^[50] e de força atômica ^[51] impulsionaram as pesquisas em nanotecnologia. A descoberta de dois nanomateriais promissores, os fulerenos ^[52] e os nanotubos de carbono ^[53], também contribuíram para o estabelecimento desse campo tecnológico. Em 1986, K. Eric Drexler popularizou a nanotecnologia em um livro intitulado "Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology" ⁸, iniciando um debate social sobre o desenvolvimento desta tecnologia ^[54]. Alguns momentos importantes da história da evolução da nanotecnologia são mostrados na Tabela 2.4 e incluem:

- Descobertas científicas e tecnológicas que contribuíram para o avanço do campo, como os microscópios de tunelamento e força atômica, fulerenos e nanotubos de carbono (nanomateriais);
- Estabelecimento de programas de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e inovação, como a iniciativa americana e as redes de pesquisa do Japão;
- Mapeamentos tecnológicos (*roadmaps*) do campo por países proeminentes da área da nanotecnologia.

Em 2001, os EUA oficializaram a National Nanotechnology Initiative (NNI) que visa apoiar pesquisas, desenvolvimento e inovação em nanotecnologias. Como decorrência, houve o desencadeamento de programas governamentais em outros países e regiões similares ao americano que objetivaram incentivar a ciência, tecnologia e inovação em nanotecnologia ^[3,55].

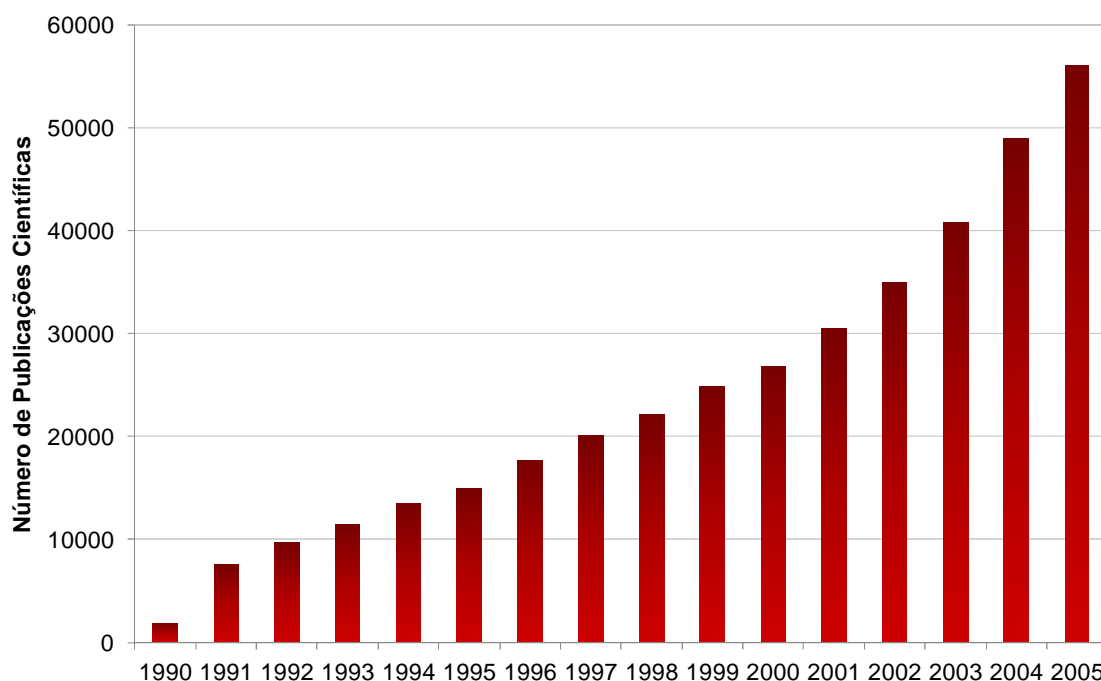
⁸ O título do livro pode ser traduzido como "Motores da criação: a chegada da era da nanotecnologia".

Tabela 2.4 Marcos da história mundial da evolução da nanotecnologia.

1959	Palestra " <i>There's plenty of room at the bottom</i> " de Richard Philips Feynman.
1966	Descoberta do efeito de confinamento quântico, na IBM.
1974	Norio Taniguchi, da Universidade de Tóquio, propõe o termo Nanotecnologia.
1981	Gerd Ninning e Heinrich Rohrer, da IBM, inventam o Microscópio de Varredura por Tunelamento (STM).
1982	Aplicação de pontos quânticos em lasers por Yasuhiko Arakawa e Hiroyuki Sakaki da Universidade de Tóquio.
1984	Descoberta dos fulerenos por Richard Smalley e colaboradores da Universidade Rice.
1986	O Microscópio de Força Atômica (AFM) é inventado por Gerd Binnig e colaboradores da IBM.
1986	Eric Drexler, do MIT, publica o livro "Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology", popularizando a nanotecnologia.
1986	Estabelecimento do Foresight Nanotech Institute como a primeira instituição promotora sobre os benefícios e riscos
1987	Primeira comercialização do STM enviado pela Digital Instruments nos EUA.
1989	Primeira comercialização do AFM enviado pela Digital Instruments nos EUA.
1990	O logo da IBM é produzido com átomos individuais por razões promocionais.
1991	Descoberta dos nanotubos de carbono por Sumio Iijima, no Japão.
Anos 90	Priorização da nanotecnologia na China com o "863 National High Technology Programme".
1996	Desenvolvimento de um método de produção de nanotubos de carbono com diâmetros uniformes por Richard Smalley.
1997	Criação da Zyvex, primeira empresa em nanotecnologia
1997	Ned Seeman cria o primeiro dispositivo nanomecânico baseado na estrutura da molécula de DNA.
1999	Mark Reed e James M. Tour criam um interruptor do "computador molecular" usando apenas uma molécula.
1999	Descoberta da nanolitografia "dip-pen" por Chad Mirkin pela Universidade do Noroeste nos EUA.
2000	Abertura do Centro de Nanotecnologias da Academia Chinesa de Ciências em Pequim.
2000	Desenvolvimento de métodos de transformação de nanotubos de carbono em estruturas rígidas por pesquisadores da Universidade de Rice nos EUA.
2001	Desenvolvimento de métodos para crescimento de nanotubos de carbono por pesquisadores da IBM.
2001	Lançamento da "Nacional Nanotechnology Initiative" (NNI) nos EUA.
2002	Estabelecimento do Centro de Pesquisa em Nanotecnologia no Japão.
2002	A Comissão Europeia estabelece a nanotecnologia como área prioritária no "6 th Framework Programme".
2004	Nos EUA, o "21 st Century Nanotechnology Research and Development Act" fornece investimento suplementar a área.
2005	Publicação do "Strategic Technology Roadmap", no Japão.
2006	Lançamento do 3º Plano Básico em Ciência e Tecnologia, no Japão.
2006	Publicação do "Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application" europeu.
2007	A Rússia anuncia o investimento de 8 bilhões de dólares em nanotecnologia para o período 2007-2015.
2008	Publicação do "Technology Roadmap for Productive Nanosystems" nos EUA.
2008	Publicação do "Nanotechnology Roadmap" coreano.

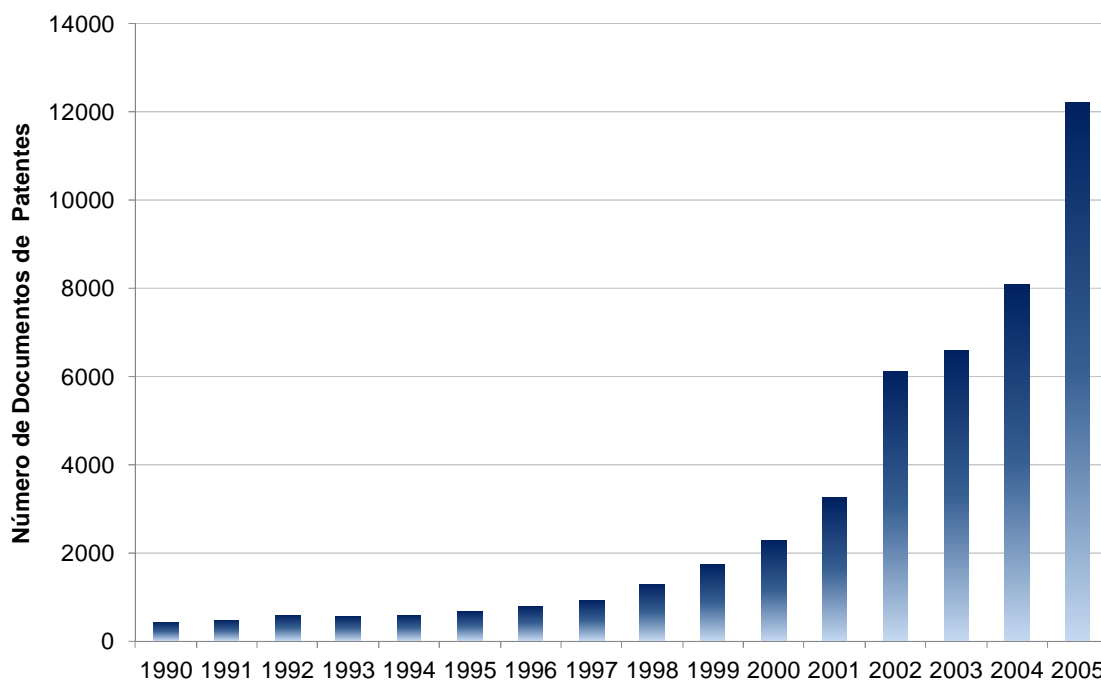
Fonte: Adaptado de Palmberg et al. ^[31], Igami e Okazaki ^[32] e Medeiros, Paterno e Mattoso ^[49].

Atualmente, a nanotecnologia é considerada um dos motores para o desenvolvimento tecnológico no século XXI. Em 2015, estima-se que a geração de riqueza da cadeia de valor da nanotecnologia seja próximo de U\$ 1,5 trilhão^[2,3]. Apesar disso, principalmente no caso da nanociência, estudos e desenvolvimentos em nanoescala já vinham ocorrendo no mundo, conforme apresentado, por exemplo, pelas Figuras 2.2 e 2.3 ^[21]. As publicações em nanociência foram acentuadas desde a década de 1990 e, pelo menos em parte, o avanço científico contribuiu para o aumento no patenteamento em nanotecnologia, principalmente a partir do ano 2000. Com isso, verifica-se uma clara relação entre desenvolvimento científico com desenvolvimento tecnológico no contexto das nanotecnologias.



Fonte: Adaptado de Porter et. al. ^[21].

Figura 2.2 Crescimento do número de publicações científicas em nanotecnologia para o período 1990 a 2005.



Fonte: Adaptado de Porter et al. [21].

Figura 2.3 Crescimento no número de documentos de patentes em nanotecnologia para o período 1990 a 2005.

Concomitantemente, o rápido crescimento da nanociência e da nanoengenharia deve-se ao grande interesse de negócios por parte de empresas de todo o mundo, o que justifica também a crescente busca por proteção via propriedade intelectual, principalmente em pedidos de patentes [5,6,21,26,56]. Em termos de ciência e tecnologia, esse engajamento mostra a provável relevância da nanotecnologia para o desenvolvimento de negócios e oportunidades a partir de entidades de pesquisa, como universidades.

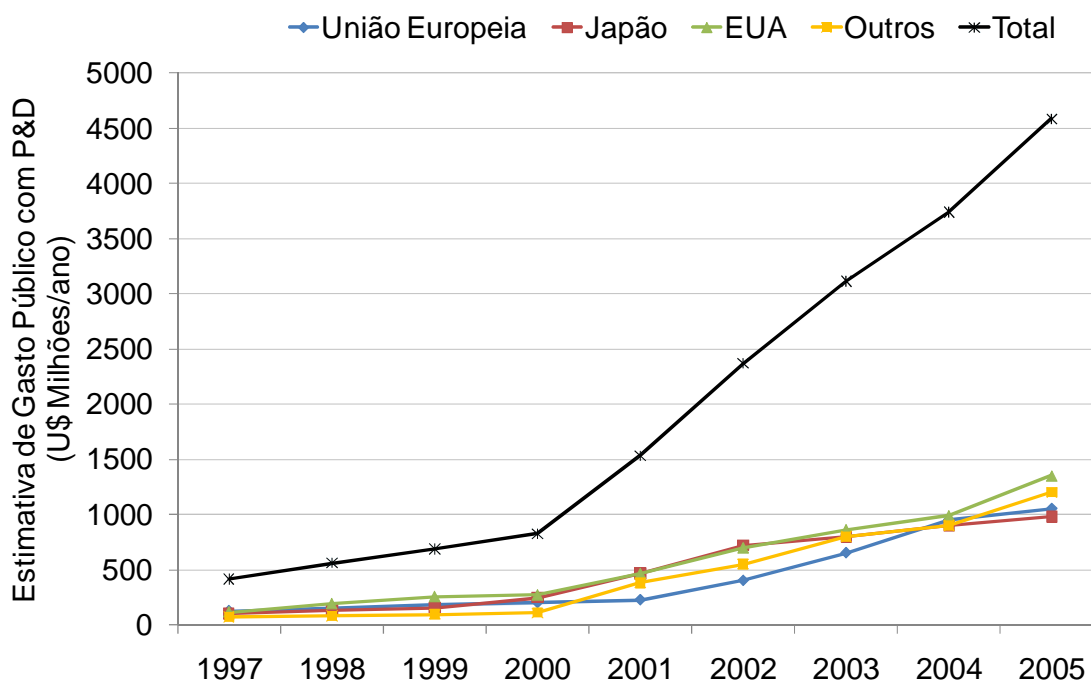
Galembeck e Rippel [3] elaboraram um estudo prospectivo em nanotecnologia enfatizando as estratégias adotadas em programas institucionais de vários países do mundo e análise de investimentos do setor privado. O trabalho baseou-se em programas nacionais e internacionais obtidos em documentos oficiais, páginas de internet, noticiários ou boletins especializados, e, para o setor privado, com notícias na mídia e depósitos de patentes. Os autores concluíram que todos os países inovadores possuem um programa voltado para desenvolvimento da nanotecnologia, alinhados com

estratégia de desenvolvimento nacional, econômico e competitivo, com orçamentos crescentes e a níveis de áreas como biotecnologia, tecnologias de informação e meio ambiente.

No caso do setor privado, Galembeck e Rippel ^[3] constataram uma distância significativa entre as estratégias de patenteamento das empresas e as notícias econômicas. Para evitar essa distorção, os autores aconselharam análises fosse criticamente examinada a luz de documentos de patentes e vice-versa. Várias empresas estão desenvolvendo produtos nanotecnológico e especulou-se que o crescimento deste mercado poderá ser superior ao de mercados conhecidos como o de computadores e telefones celulares ^[3].

Um levantamento de gasto público em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia no período de 1997 a 2005 encontra-se na Figura 2.4, com destaque para União Europeia, Japão e EUA ^[57]. Verifica-se um salto no valor investido mundialmente a partir de 2001, o que pode ser reflexo da consolidação de programas de incentivo, como o americano (NNI), oficializado no mesmo ano. O gasto crescente de investimento público mundial total atingiu o patamar de 4,5 bilhões de dólares no ano 2005, com tendência a crescimento para os próximos anos. Esse investimento pode ter afetado positivamente o número de publicações científicas e depósitos de patentes, conforme mostrado nas Figuras 2.2 e 2.3.

A iniciativa americana (NNI) destaca-se pela importância e engajamento dos EUA em pesquisas e desenvolvimentos voltados para nanotecnologia. Para 2012, o orçamento da NNI é de U\$ 2,1 bilhões, distribuídos em 15 agências nacionais e com a meta de acelerar a pesquisas e desenvolvimentos para inovação em áreas consideradas prioritárias, como tecnologias de energia sustentável, saúde e proteção ambiental ^[55]. Considerando os dados da Figura 2.4, o orçamento do NNI para 2012 é quase metade do que foi investido mundialmente no ano de 2005 e acumulativamente, o investimento do NNI totaliza U\$16,5 bilhões desde a sua criação em 2001 ^[55], o que enfatiza a crescente importância das nanotecnologias em seu papel de promoção de desenvolvimento dos EUA e do mundo.



Fonte: Adaptado de Roco ^[57].

Figura 2.4 Estimativa dos gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia.

Dentro do programa americano, a área de nanomateriais é proeminente. Em 2010, o valor orçado correspondeu a 18,7% do orçamento de U\$ 1,9 bilhão e, em 2012, é de 21,3% de 2,1 bilhões ^[55]. O programa de nanomateriais está atrás apenas de programas para o entendimento de fenômenos e processos fundamentais e sistemas e dispositivos em nanoescala, e na frente de nanomanufatura, meio-ambiente, saúde e segurança, por exemplo, o que enfatiza o papel da Ciência e Engenharia de Materiais para o desenvolvimento da sociedade americana e do mundo ^[55]. Adicionalmente, deve-se considerar que os dados de investimento e orçamento do governo americano em nanomateriais e nanotecnologia geral não incluem o orçamento de pesquisa e desenvolvimento de indústrias privadas.

As iniciativas por parte de empresa, governo e universidade demonstram a existência de uma dinâmica de inovação associada ao modelo da hélice tríplice (*triple helix*). Em parte, o relacionamento é resultado dos riscos adjuntos ao desenvolvimento da nanotecnologia, que, neste caso, podem ser

compartilhados entre o Estado e as empresas, e do conhecimento advindo de pesquisas desenvolvidas em universidades e centros de pesquisas, cujo papel para o desenvolvimento socioambiental e econômico tem sido cada vez mais proeminente ^[58, 59]. O relacionamento desses atores dentro do modelo da hélice tríplice é complexo e dinamicamente alterado, cujo entendimento foge ao escopo da presente pesquisa. Contudo, atividades de inteligência competitiva e prospecção tecnológica podem contribuir para a compreensão do papel de cada ator, mapear o desenvolvimento e auxiliar a tomada de decisão em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

2.3 Nanotecnologia no Brasil

A “primeira reunião de trabalho dedicada ao tema ‘Tendências em Nanociências e Nanotecnologias’”, realizada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e ocorrida em 22 de novembro de 2000 ^[60], foi um marco no reconhecimento e apoio às pesquisas em nanotecnologia que já estavam acontecendo no país. A reunião contou com a participação de 32 pesquisadores brasileiros envolvidos com pesquisa em dimensões nanométricas e atuantes em diversas áreas do conhecimento, tais como física, química, engenharia, ciência dos materiais, ciências biológicas, entre outras. O objetivo do encontro foi iniciar um processo de elaboração de estratégias em nanociência e nanotecnologia para o país e ações a curto-médio prazo foram estabelecidas, principalmente para consolidar os grupos de pesquisa já existentes ^[60]. Um dos pontos fracos foi o baixo envolvimento do setor empresarial brasileiro nesta primeira etapa, o que pode gerar divergências sobre prioridades de estudos científicos e tecnológicos para o país.

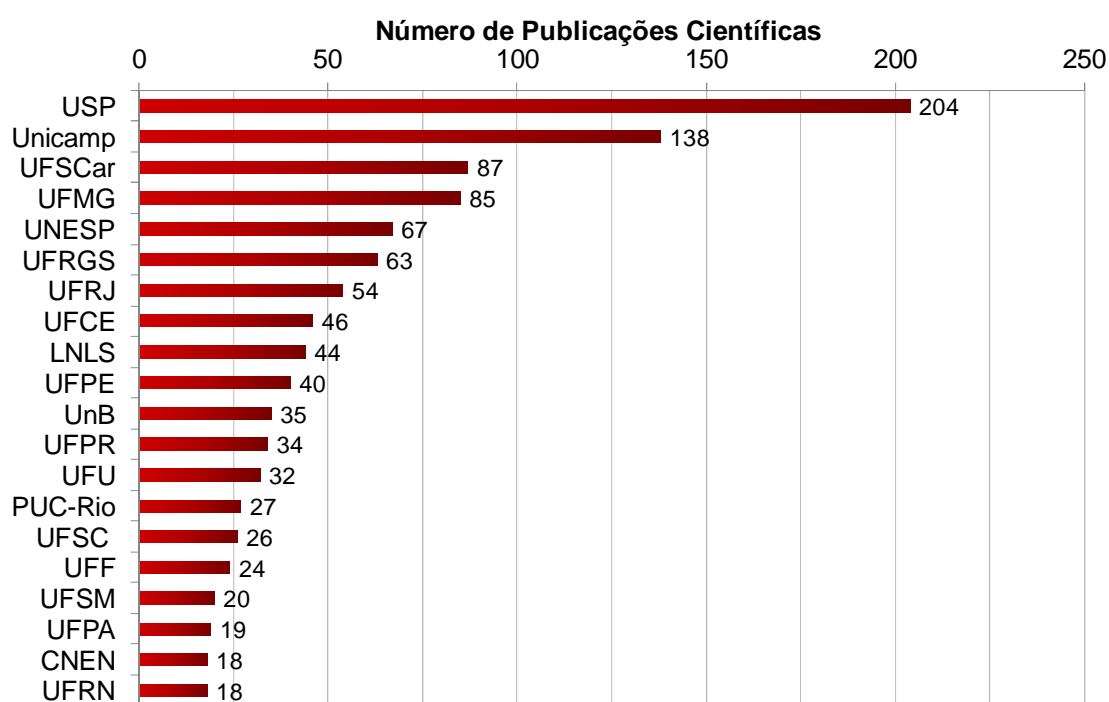
O primeiro edital do CNPq que tratou especificamente da nanotecnologia foi lançado em 2001, e a área começou a ganhar visibilidade entre os pesquisadores brasileiros. Redes de colaboração em nanociência e nanotecnologia começaram a ser endossadas a partir de 2001 e o governo

federal previu ações de incentivo financeiro em seu Plano Plurianual (PPA) de 2000-2003. No PPA de 2004-2007, foi criado o Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia, cujas ações em 2005 foram incorporadas no Programa Ciência, Tecnologia e Inovação para Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Neste mesmo ano, foi lançado o Programa Nacional de Nanotecnologia, com recursos do PPA 2004-2007 e de Fundos Setoriais para alavancar o desenvolvimento do PITCE no contexto da nanociência e nanotecnologia. A seção número sete do Plano Nacional do Ministério da Ciência e Tecnologia 2007-2010 trata a nanociência e a nanotecnologia como áreas portadoras de futuro e estabelece metas para fortalecer programas de incentivo a pesquisa, desenvolvimento e inovação, formação de pessoas e competitividade de empresas brasileiras ^[8,61].

O valor investido pelo governo em universidades e centros de pesquisa através de programas nacionais oficiais entre 2000 e 2007 atingiu, acumulativamente, R\$ 160 milhões, e estima-se que o valor total, contando o investimento do setor privado, foi próximo de R\$ 320 milhões ^[2]. Considerando apenas os dados de investimento mundial entre 2000 e 2005, que corresponde a 16.158 milhões de dólares (Figura 2.4) ^[57], pode-se verificar que o gasto brasileiro com nanociência e nanotecnologia foi seriamente baixo e pode ser consequência da não tradição do Brasil em desenvolver tecnologias. Esse valor fica menor ainda quando comparado ao orçamento do NNI, dos EUA, para 2012.

Em termos de ciência e tecnologia, o número total de artigos científicos brasileiros publicados em revistas indexadas à base de dados Web of Science em nanotecnologia no período 2005-2008 foi 833 e as 20 entidades que mais publicaram estão listados na Figura 2.5 ^[2]. Comparando com as publicações mundiais em nanotecnologia, como por exemplo, mostrado na Figura 2.2, as publicações brasileiras são quantitativamente inferiores e, pelo menos em parte, é consequência da menor participação brasileira em publicações indexadas na base utilizada no estudo (Web of Science) e também ao baixo investimento em nanociência e nanotecnologia.

No Brasil, a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) destacam-se entre as entidades que mais publicaram no período. O Estado de São Paulo é responsável por 68% das publicações indexadas no período da Figura 2.5 [2] e provavelmente a concentração é devido a maior presença de instituições de ciência e tecnologia e grupos de pesquisas neste Estado. As áreas temáticas proeminentes das publicações são ciência dos materiais multidisciplinar (28,7%), física de matéria condensada (25,6%) e física aplicada (23,8%) [2], não havendo associação direta destes artigos com áreas de tradicional competência brasileira, como agricultura e pecuária, energia e petroquímica.

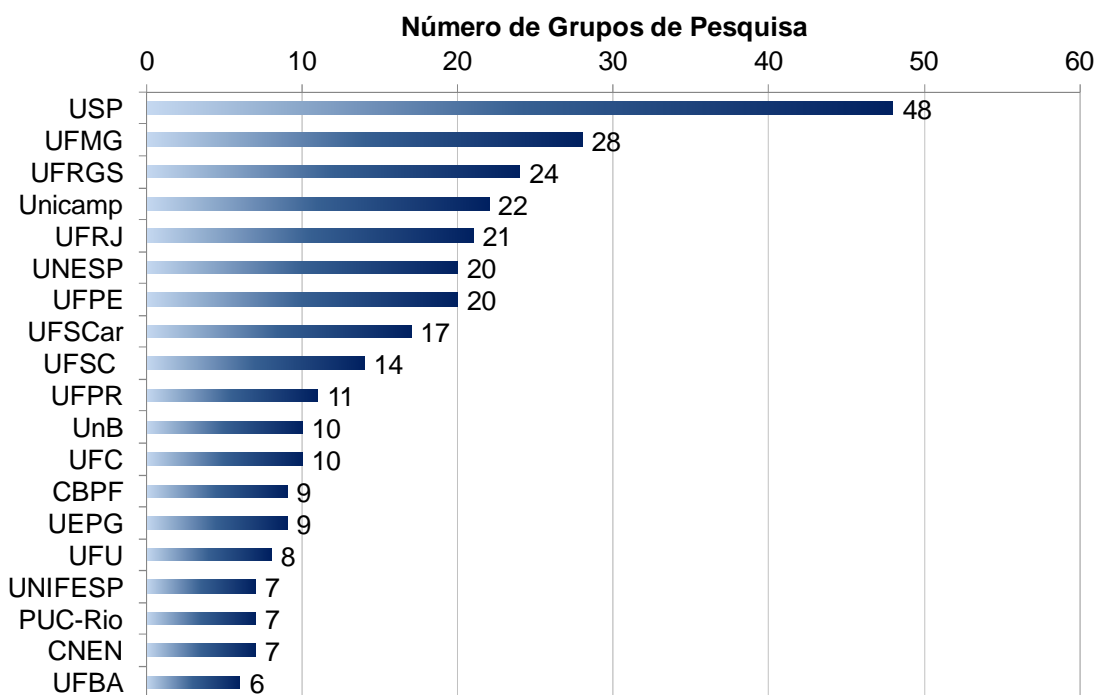


Fonte: Adaptação de ABDI [2].

Figura 2.5 Número de artigos publicados em nanotecnologia por universidades e centros de pesquisa do Brasil em revistas indexadas na Web of Science no período 2005-2008.

Em 2008, 3.502 pesquisadores atuavam em 469 grupos de pesquisas associados à nanociência e nanotecnologia no Brasil, conforme verificado em

um levantamento no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq [2]. A USP se destaca com 48 grupos, conforme a distribuição dos grupos de pesquisa entre universidades e centros de pesquisa mostrada na Figura 2.6 [2], São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul concentram 65% desses grupos (30%, 13%, 12% e 10%, respectivamente) e são também os que mais publicaram, conforme estudo da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial [2].

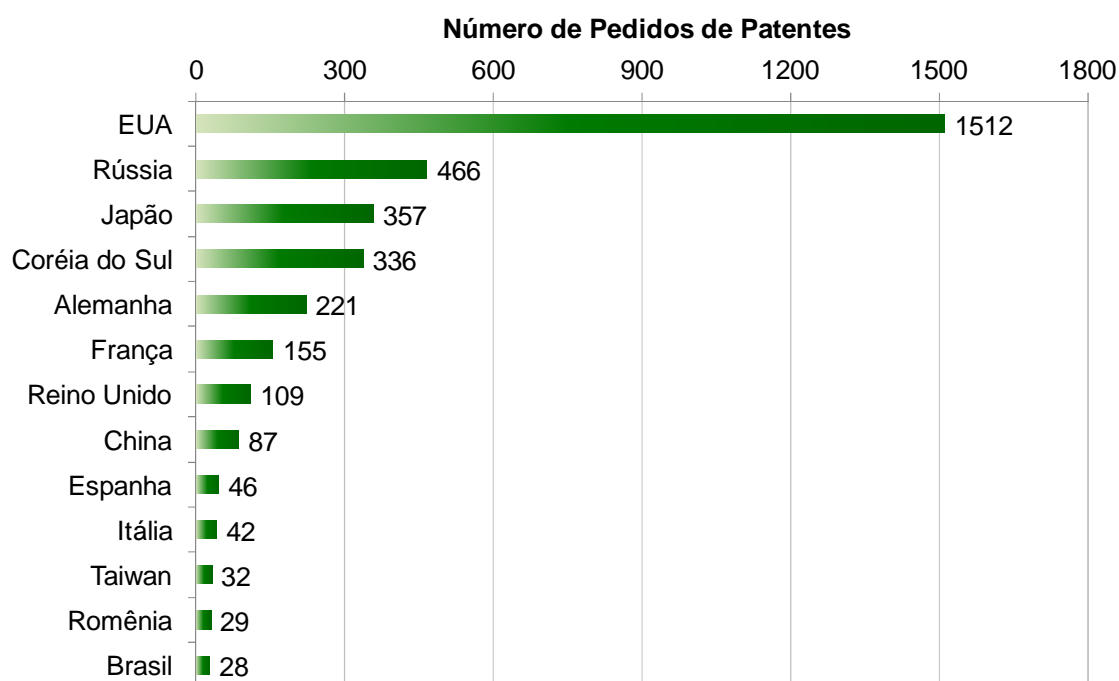


Fonte: Adaptação de ABDI [2].

Figura 2.6 Número de grupos ligados à pesquisa em nanotecnologia distribuídos pelas universidades brasileiras.

Poucas empresas no Brasil incorporam nanotecnologias em seus produtos ou processos, ou produzem nanomateriais [2] e, conseqüentemente, a oferta de produtos com nanotecnologia no Brasil não cresceu como no resto do mundo. Uma das explicações é a baixa quantidade de depósitos de patentes do Brasil em relação a outros países como China, Taiwan, Coreia do Sul e Índia. O alerta tecnológico do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) [62] sobre os pedidos de patentes no Brasil em nanotecnologia do primeiro

semestre de 2010 é apresentado pela Figura 2.7 e mostra o domínio de depósitos de estrangeiros. Uma provável explicação seria o incentivo à nanotecnologia no Brasil aparentemente estar em grande parte a universidades, logo, há um longo caminho até atingir a sociedade com produtos. Por outro lado, grande parte das empresas que desenvolvem produtos e processos com nanotecnologias é de pequeno porte ou *spin-offs* [2,61], que manteriam vínculo com as universidades e ofereceriam soluções tecnológicas a empresas de maior porte, auxiliando em pesquisa e desenvolvimento de produtos inovadores.



Fonte: Adaptação do Alerta Tecnológico do INPI de pedidos de patentes publicados entre janeiro e junho de 2010 [62].

Figura 2.7 Depósitos de patentes em nanotecnologia no Brasil no 1º semestre de 2010 por país de origem.

Em 2006 e 2007, houve investimento de R\$ 59.579.450,00 em 30 empresas atuantes em nanotecnologia em setores distintos, como semicondutores, biotecnologia, medicinal, equipamentos, química, metalurgia e materiais. 43,6% foram direcionados a empresas situadas no Estado de São Paulo, conforme relatório analítico do MCT e Tabela 2.5 [9].

Tabela 2.5 Subvenção econômica a empresas nos anos de 2007 e 2008.

Empresa	Recursos (R\$)	Localização
Braskem S.A.	6.061.130,00	Bahia
Idealfarma Indústria e Comércio de Produtos Farmacêuticos Ltda.	2.070.000,00	Goiás
Leviale Indústria Cosmética Ltda.	959.800,00	Goiás
Scitech Produtos Médicos Ltda.	4.333.916,00	Goiás
Magnesita S.A.	2.024.000,00	Minas Gerais
Angelus Indústria de Produtos Odontológicos Ltda.	1.266.640,00	Paraná
Itajara Minérios Ltda.	300.000,00	Paraná
Steviafarma Industrial S.A.	836.300,00	Paraná
Chron Epigen Indústria e Comércio Ltda.	2.795.000,00	Rio de Janeiro
Excellion Serviços Biomédicos S.A.	7.265.200,00	Rio de Janeiro
Vigodent Indústria e Comércio S.A.	971.990,00	Rio de Janeiro
Magmatec – Tecnologia em Materiais Magnéticos	1.570.610,00	Rio Grande do Sul
FK Biotecnologia S.A.	1.952.251,00	Rio Grande do Sul
FGM Produtos Odontológicos Ltda.	480.030,00	Santa Catarina
Dentscare Ltda.	690.000,00	Santa Catarina
Aegis Semicondutores Ltda.	1.153.720,00	São Paulo
Chemuniom Química Ltda.	3.917.870,00	São Paulo
Clorovale Diamante e Indústria e Comércio Ltda.	906.800,00	São Paulo
Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda.	5.697.580,00	São Paulo
Indústrias Químicas Taubaté S.A.	472.677,00	São Paulo
Innovatech Medical Ltda.	520.690,00	São Paulo
Internacional Científica Ltda.	2.000.000,00	São Paulo
Suzano Petroquímica S.A.	2.266.890,00	São Paulo
Dublauto Indústria e Comércio	500.000,00	São Paulo
EMS S.A.	3.000.960,00	São Paulo
Contech Produtos Biodegradáveis Ltda.	1.372.400,00	São Paulo
Kosmoscience Ciência e Tecnologia Cosmética Ltda.	531.940,00	São Paulo
Nanocore Biotecnologia Ltda.	1.351.000,00	São Paulo
Nanox Tecnologia S.A.	1.416.200,00	São Paulo
WSFB Laboratórios Ltda.	893.786,00	São Paulo
TOTAL	R\$ 59.579.450,00	

Fonte: Adaptação do Relatório Analítico do Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para Nanotecnologia ^[9].

O Brasil considera o desenvolvimento da nanotecnologia estratégico para o avanço socioeconômico ^[2,3]. Alguns setores brasileiros, tais como energia, químico, farmacêutico e agroindustrial, são favoráveis às aplicações de nanotecnologia e permitirá a competitividade do Brasil no mundo globalizado ^[2].

A extensão territorial e a presença de grupos de cientistas trabalhando no desenvolvimento de dispositivos fotoelétricos podem contribuir para o avanço em alternativas energéticas ambientalmente corretas para o futuro próximo [2]. Contudo, o desenvolvimento poderia estar atrelado à importação das tecnologias, já que o Brasil não é um país tradicional no setor de semicondutores e dispositivos eletrônicos como, por exemplo, os países asiáticos

No setor químico, aplicações de nanotecnologias são proeminentes devido à presença de grupos empresariais fortes e a oferta de matéria-prima (principalmente o petróleo e gás natural) [2], embora grande parte dos produtos finais sejam commodities de baixo valor agregado. Em farmacêutico e cosmético, a demanda do mercado interno e a grande biodiversidade do Brasil contribuem para que aplicações de nanotecnologias sejam direcionadas a este setor [2], embora marcos regulatório sejam importantes devido a possíveis riscos para a saúde humana.

No caso da agroindústria, soluções interessantes apresentadas pela nanotecnologia, como nanoestruturas em agricultura e liberação controlada de nutrientes e agentes defensivos no solo ou proteção contra pragas, proporcionam o avanço para aplicações neste setor [2]. No entanto, mesmo para este setor relevante para a economia nacional, há necessidades de se estabelecer marcos regulatório e compreender as consequências do uso de nanomateriais para o meio ambiente e para a vida, inclusive humana.

2.4 Características e desafios no desenvolvimento de nanomateriais

2.4.1 Materiais nanoporosos

Os materiais nanoporosos, conforme a tipologia empregada pelo 6th Framework Programme Europeu [1], possuem características que não são possíveis de obter por processos tradicionais, tais como elevada superfície

específica, tamanho e distribuição dos poros controlados, peso reduzido, isolamento térmica e propriedades fotônicas.

As rotas de síntese são basicamente químicas, compreendendo a precipitação de solução ou de automontagem (*self-assembly*), além de rotas semelhantes a de fabricação de cristal líquido. Tratamentos posteriores são necessários para remoção de solventes e precursores empregados no processo e a funcionalização dos nanoporos (principalmente os superficiais). Neste último, a propriedade funcional é dada por agentes modificantes e síntese direta (pela co-condensação de grupos funcionais aplicados em processos sol-gel) ^[1].

As aplicações de materiais nanoporosos estão fortemente relacionadas à catálise, por exemplo, no craqueamento de combustíveis fósseis e não fósseis (obtenção de hidrogênio da água, por exemplo). Outra aplicação são janelas com isolamento térmica, estocagem de gás, cristais fotônicos, eletrodos, engenharia de pele, bioimplante e sensores. No desenvolvimento dos materiais nanoporosos, os desafios técnicos apontados incluem ^[1]:

- Pesquisa básica para o entendimento do comportamento dos materiais em escala atômica/molecular;
- Falta de ferramentas de modelamento e simulação para auxiliar no entendimento da relação propriedade-estrutura;
- Indisponibilidade de materiais adequados com qualidade e preço acessíveis;
- Falta de equipamentos para caracterização em nanoescala;
- Impacto ambiental dos materiais obtidos;
- Dificuldades com o controle de estrutura, características e funcionalidade dos poros e da estabilidade térmica em função do tempo.

2.4.2 Materiais nanoparticulados

Os materiais nanoparticulados apresentam características como elevada área de superfície específica, propriedades magnéticas, elétricas, óticas e

químicas diferenciadas ^[1]. As aplicações das nanopartículas/nanoestruturas são potencialmente amplas e incluem os campos de engenharia, eletrônica, medicina e saúde, meio ambiente, bens de consumo e energia.

Há uma grande diversidade de rotas e técnicas de obtenção de nanopartículas/nanoestruturas, principalmente métodos mecânicos (moagem de alta energia ou tratamento mecânico de ligas), métodos a vapor (Physical Vapour Deposition - PVD e Chemical Vapour Deposition - CVD), métodos químicos (sol-gel ou química coloidal) e métodos de gás-fase (pirólise de chama, eletroexplosão, remoção a laser e síntese por plasma) ^[1].

Após a obtenção das nanopartículas, é necessário um tratamento para melhorar ou modificar suas propriedades, dependendo da aplicação final. Por exemplo, nanopartículas metálicas são altamente oxidáveis, e tratamentos com agentes estabilizantes permitem a passivação da superfície com adição de grupos hidrofílicos ou hidrofóbicos ou grupos que favoreçam a interação com a matriz polimérica. Esse tratamento pode aumentar os custos das nanopartículas em até 50%. Adicionalmente, a incorporação em nanocompósitos pode ser feita via mistura com o polímero em estado viscoso (dentro de extrusoras, por exemplo) ou durante o processo de polimerização ^[1].

As aplicações mais promissoras são em materiais estruturais *bulk*, por exemplo, compósitos de polímero e nanoargilas. Entretanto, os altos custos de produção das nanopartículas permite apenas a introdução desses compósitos em produtos que o preço pode ser absorvido (por exemplo, componentes de revestimentos de carros). Outras aplicações são cosméticos, pesticidas, catálise, lubrificantes, selante, adesivos e revestimentos. Todas as aplicações necessitam de uma distribuição de tamanho de partícula controlada, estrutura fina e funcionalidade específica, o que representa um desafio para o contexto das nanopartículas ^[1].

Outros desafios, gargalos e barreiras para as nanopartículas compreendem:

- A capacidade de tornar possível, com qualidade controlada, a produção industrial;
- Minimizar custos de produção e tornar o preço acessível;

- Prevenir aglomerações e reações químicas durante o processo de produção;
- Entender qual a distribuição de tamanho de partícula e a morfologia ideal para determinada aplicação e viabilizar a instrumentação para o controle de qualidade industrial;
- Estabelecer procedimento de manuseio para utilização das nanopartículas;
- Marco regulatório e segurança de trabalho, principalmente para aplicações relacionadas à área de saúde;
- Avaliação dos impactos sobre a saúde e meio ambiente.

2.4.3 Dendrímeros

Os dendrímeros são blocos com composição e estruturas sintéticas em escala nanométrica com grande versatilidade de aplicações, dentre as quais se destacam diagnóstico médico e entrega de medicamento (*drug delivery*), recobrimentos de fibras de carbono e filmes ultrafinos, aditivos em plásticos, tintas, agentes de descontaminação, OLEDs e catálises ^[1]. As características e propriedades mais marcantes dos dendrímeros são ^[1]:

- Polivalência, que facilita a funcionalização de superfície dependendo da aplicação;
- Arquitetura definida e controle do tamanho e forma;
- Monodispersão;
- Biocompatibilidade e baixa toxicidade de alguns dendrímeros;
- Propriedades de transporte de material.

A preparação de dendrímeros ocorre basicamente de duas formas: síntese convergente e síntese divergente. A diferença entre elas é o tamanho do dendrímero final, sendo que a convergente resulta em nanomateriais menores. Durante a produção, os desafios encontram-se no controle do processo e da pureza (que deve ser alta), produtos finais bem definidos, especificações e métodos analíticos dos produtos ^[1].

Os métodos mais comuns para tornar úteis esses nanomateriais após sua síntese são o preenchimento das cavidades, e a modificação do núcleo e da superfície. As modificações superficiais são as mais empregadas e possibilitam ao dendrímero funções como polivalência, cargas flexíveis e propriedades de solubilidade, propriedade de ligação flexível e de transfecção [1].

Os maiores desafios para o desenvolvimento dos dendrímeros são o alto custo e a baixa reprodutibilidade de suas propriedades em grandes escalas de produção. Embora para fins medicinais a quantidade de material seja pequena, os dendrímeros necessitam ganhar competitividade em relação a outros nanomateriais para estabelecer seu espaço no mercado [1].

Outro desafio é o estabelecimento de novos métodos de síntese ou a redução de etapas dos procedimentos conhecidos. Adicionalmente, poucas empresas possuem pedidos de patentes para produção e/ou aplicação de dendrímeros, o que pode representar um gargalo para futuros desenvolvimentos [1].

2.4.4 Filmes finos e revestimentos

A vantagem dos filmes finos (e revestimentos/recobrimentos) é fornecer novas funcionalidade a uma superfície. Os três parâmetros relevantes no processamento de filmes fino são: composição química, espessura e topografia. A nanotecnologia fornece ferramentas que auxiliam no controle dessas variáveis. As propriedades dos filmes finos e recobrimentos podem ser^[1]:

- Química: reatividade ou barreira química;
- Ótica: interceptação de luz, transmissão, opacidade;
- Mecânica: resistência a abrasão, lubrificação seca;
- Elétrica: condutividade, isolamento elétrica;
- Magnética: armazenamento de dados;
- Térmica: barreiras térmicas.

CVD, PVD, sol-gel, eletrodeposição, recobrimento por rotação (*spin coating*), revestimento por spray, automontagem (*self assembly*) e montagem posicional (*positional assembly*) são os principais processos de produção de filmes finos e revestimentos. Dependendo da técnica de fabricação adotada, é necessária a realização de tratamentos para retirada de solventes e materiais de template (por exemplo, no processos sol-gel e recobrimento por rotação). Os principais processos de tratamento são: recozimento, oxidação térmica e cura por raios UV ^[1].

Em aplicações como semicondutores, é necessário a padronização da superfície do filme para desempenhar sua funcionalidade. Neste caso, os métodos de padronização são a litografia ótica, corrosão por plasma, nanolitografia por feixe de elétrons, entre outros. As principais aplicações neste caso são transistor de filmes finos, LCDs, OLEDs, NEMS/MEMS, entre outros ^[1].

Os maiores obstáculos para o desenvolvimento de produtos incorporando filmes fino ou revestimentos é o alto custo e o baixo volume de produção a partir das técnicas existentes. Há ainda desafios que dependem de pesquisas básicas e aplicadas^[1]:

- Controle dos parâmetros de processo para produção de filmes uniformes e homogêneos;
- Entendimento sobre a adesão mecânica filme/substrato ou entre camadas depositadas;
- Falta de equipamentos para caracterização rápida;
- Entendimento das necessidades industriais;
- Modelamento computacional.

2.5 Características e desafios em nanocelulose

A nanocelulose é um nanomaterial promissor que apresenta novas propriedades e comportamentos em relação às fibras convencionais de celulose. Por exemplo, o uso de nanocelulose como reforço em compósitos em substituição a fibras naturais (de escala maior) reflete em propriedades

mecânicas mais consistentes. Entre as diversas aplicações da nanocelulose que tem sido investigadas ou implementadas destacam-se as de alimentos e bebidas, agentes de reforço em nanocompósitos e papel, papéis ópticamente transparentes para dispositivos eletrônicos, recobrimentos, filmes biodegradáveis, barreiras em embalagens, agentes texturizantes em cosméticos, componentes estabilizando em dispersões de filmes e membranas, produtos para cuidado dos médicos e de saúde (como curativos, implantes bioartificiais e bioativos) ^[11,63,64].

As pesquisas e desenvolvimentos em nanocelulose tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, com o entrada de novas empresas, instituições e grupos de pesquisa, buscando novos conhecimentos, processos, composições e aplicações. Contudo, a produção em escala industrial e o estabelecimento de marcos regulatórios ainda são um desafio não superado para este nanomaterial ^[11]. Esses mesmos gargalos foram observados para outras classes de nanomateriais, conforme detalhado na seção 2.5, e pode estar atrelado a dificuldades tecnológicas de obtenção e utilização dos nanomateriais.

A nanocelulose pode ter grande importância para o Brasil, que se configura como um dos maiores produtores de celulose do mundo, após EUA, China, Canadá e antes da Suécia e do Japão, e teve em 2009 uma produção total de 13.315 mil toneladas, como mostra a Tabela 2.6, na qual também são apresentadas as produções dos demais países proeminentes. Em média, a produção de celulose no Brasil cresce 7,4% a cada ano e o principal segmento de aplicação é o papel ^[12].

Observa-se inclusive o interesse de empresas brasileiras sobre este nanomaterial, com a participação no Fórum de Competitividade em Nanotecnologia, ocorrido em 2010 ^[10], e a busca de parcerias junto a instituições de ciência e tecnologia. O Brasil destaca-se, ainda, pela sua alta biodiversidade propícia para uma ampla gama de nanoceluloses e tecnologias com apelo de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

Japão, Índia e Portugal destacam-se pela porcentagem de área de seus territórios destinada ao cultivo de florestas principalmente para a produção de

celulose, conforme Tabela 2.7. Embora a porcentagem de área territorial brasileira voltada para plantações com essa finalidade seja relativamente pequena, o valor absoluto no Brasil é de 6.782 mil hectares de florestas plantadas, superior, por exemplo, ao de Portugal que possui 800 mil hectares para produção de celulose ^[12].

Tabela 2.6 Maiores produtores de celulose no mundo em 2009.

País	Toneladas de celulose (em milhares)
EUA	48.239
China	20.813
Canadá	17.079
Brasil	13.315
Suécia	11.463
Finlândia	9.003
Japão	8.506
Rússia	7.235
Indonésia	5.971
Chile	5.000
Índia	3.803
Alemanha	2.542
Outros	24.898

Fonte: Adaptado de Bracelpa ^[12].

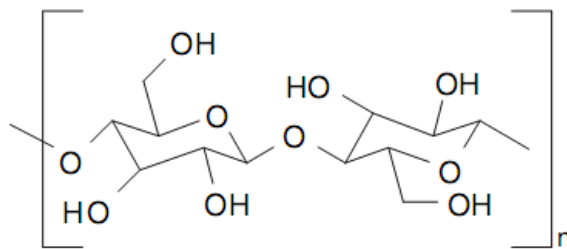
No Brasil e em boa parte do mundo as madeiras mais exploradas para produção de celulose são o Eucalipto e as árvores do gênero Pinus ^[12]. Outras fontes de obtenção de celulose de destaque são o cânhamo, o linho, a juta, o rami e o algodão ^[11,64,65]. As principais aplicações de celulose advinda de madeira e fibras de plantas são papel, material de construção, vestuário, fonte de energia e agentes químicos ^[11].

Tabela 2.7 Áreas plantadas no mundo para produção de celulose.

País	% de área florestal plantada
Japão	26,5
Índia	9,9
Portugal	8,7
China	4,7
Indonésia	4,4
Espanha	3,8
Chile	2,9
EUA	1,7
Brasil	0,8

Fonte: Adaptado de Bracelpa ^[12].

A celulose, como matéria primária da nanocelulose, é classificada como polissacarídeo ou carboidrato, sendo provavelmente um dos polímeros mais abundantes encontrados no planeta e caracteriza-se pela fórmula química $(C_6H_{10}O_5)_n$. Conforme Figura 2.8, seu por monômeros (unidades de repetição) compreendem dois anéis de anidrogucose ligados por uma unidade de β -1,4 glicosídica. Em combinação com a lignina e a hemicelulose, a celulose forma as paredes celulares das plantas ^[11,64-66].



Fonte: Adaptado de Eichhorn et al. ^[64].

Figura 2.8 Unidade de repetição (monômero) da celulose.

Os potenciais de aplicação da nanocelulose devem-se, principalmente, pelas características e propriedades da celulose. A estabilidade química da celulose é devido, principalmente, às pontes de hidrogênio existentes entre as cadeias do polímero que elevam o empacotamento do material e sua cristalinidade ^[64,67,68]. Outra característica da celulose é não apresentar ponto de fusão, sendo degradada pelo aquecimento ao ar na faixa de 250°C a 400°C ^[63,64,69,70].

Por possuir alta afinidade pela água (hidrofilia) e por líquidos apolares, a nanocelulose caracteriza-se também por absorver altas quantidades de líquidos, desejável em aplicações como, por exemplo, produtos de cuidados humanos e higiene. Além disso, a nanocelulose pode apresentar ampla variedade de morfologias e cristalinidade de suas fibras, possui baixa densidade ($\sim 1,5 \text{ g/cm}^3$), é biodegradável, e possui apelo de sustentabilidade por ser obtida a partir de fontes naturais ^[11,65,71,72]. Dentre as desvantagens da celulose, as mais críticas são a sua degradação por ação enzimática (de

fungos e bactérias, por exemplo), a tendência à deformação devido à alta absorção de umidade e ao inchaço ^[64], prejudicando aplicações estruturais que não tenham recebido tratamento adequado. Considerando tais propriedades e aspectos intrínsecos à escala nanométrica nanocelulose tenta se beneficiar destas características da celulose, aliado a características e propriedades peculiares ao material em escala nanométrica.

Nanocelulose é um termo genérico para celulose em escala nanométrica, na qual incluem-se as microfibrilas ou nanofibrilas de celulose, os nanocristais de celulose e a celulose bacteriana ^[11]. Há uma diversidade de sinônimos, fontes do nanomaterial, processos de obtenção e as dimensões típicas dos tipos de nanocelulose, conforme apresentado na Tabela 2.8. Um dos tipos de materiais enquadrados como nanocelulose são as “microfibrilas”, cujo nome transmite a idéia de escala micrométrica, mas possuem pelo menos uma dimensão sempre nanométrica, o que a caracteriza pertencer também à escala e ao campo da nanotecnologia ^[11,64-66]. Existem métodos de produção da nanocelulose que envolvem abordagens enzimáticas, químicas e físicas que visam à retirada da celulose de outros componentes da madeira, de resíduos florestais e da agricultura. Outra abordagem refere-se à produção de nanofibrilas de celulose a partir da glucose pela ação de bactérias ^[11]. A nanoestruturas típicas destes nanomateriais estão mostradas na Figura 2.9.

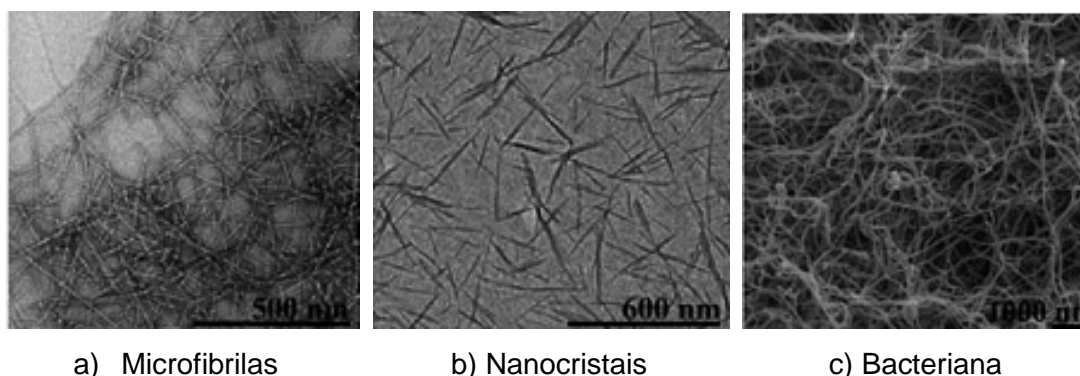
As nanofibrilas de celulose são formadas a partir de combinações de várias cadeias de celulose, possuem perfil longo (de fibra) e flexível, e são formadas por regiões alternadas de cadeias amorfas e cristalinas de celulose ^[11,64]. Em 1979, pesquisadores da International Telephone and Telegraph Corporation descreveram um método pioneiro de obtenção de microfibrilas de celulose a partir de polpa de celulose utilizando um tratamento mecânico em homogeneizadores de alta pressão. O processo foi patenteado ^[73] e publicado num simpósio de polímeros ^[74]. No entanto, segundo Klem et al. ^[11], a maior barreira para o sucesso comercial deste método de produção da microfibrila de celulose foi o seu elevado gasto energético, requerendo mais de 25 000 kWh por tonelada. Uma propriedade relevante das nanofibrilas é o seu módulo elástico que pode variar de 78 a 114 GPa, segundo estudos de Eichhorn et al.

[64], sendo superior ao módulo elástico de ligas de alumínio (~70 GPa) e comparável ao valor para fibras de vidro (~120GPa), por exemplo [75].

Tabela 2.8 Tipos de nanocelulose, sinônimos, fontes e sua produção.

	Sinônimos	Fontes típicas	Método(s) de obtenção e tamanho médio
Microfibrilada	Microfibrilas ou nanofibrilas de celulose, celulose nanofibrilada, nanofibras de celulose	Madeira, cana de açúcar, beterraba, tubérculo de batata, cânhamo e linho	Esfoliação de polpa de madeira por pressão mecânica antes e/ou após tratamento químico ou enzimático Diâmetro: 5-60 nm Comprimento: até vários micrômetros
Nanocristalina	Nanocristais de celulose, cristalitos ou microcristalitos de celulose, microcristais de celulose, whiskers e nanowhiskers de celulose, microcristais em forma de bastão	Madeira, algodão, cânhamo, linho, palha de trigo, casca de amoreira, celulose produzida por algas e bactérias	Hidrólise ácida de celulose de várias fontes. Diâmetro: 5-70 nm. Comprimento: 100-250 nm (a partir de celulose de plantas); 100 nm ou mais (a partir de celulose de tunicados, algas e bactéria).
Bacteriana	Celulose bacteriana, celulose microbiana, biocelulose	Açúcares e alcoóis de baixo peso molecular	Síntese bacteriana Diâmetro: 20-100 nm; Configuração: diferentes tipos de rede de nanofibras.

Fontes: Adaptado de Klemm et al. [11] e complementado com informações de Eichhorn et al. [64], Siró e Plackett [65], Kamel [66].



a) Microfibrilas

b) Nanocristais

c) Bacteriana

Fonte: Adaptado de Klem et al. [11] e Wagberg et al. [76].

Figura 2.9 Micrografias dos diferentes tipos de morfologia de nanoceluloses, obtidas por microscopia eletrônica (de transmissão – (a) e (b), e de varredura – (c))

Os nanocristais de celulose caracterizam-se pela elevada cristalinidade em relação às nanofibrilas e pelo formato de agulhas (whiskers). Os nanocristais de celulose podem ser obtidos a partir da hidrólise ácida de fibras ou nanofibrilas de fontes de celulose. No processo, há remoção das partes amorfas da cadeia de celulose e normalmente são utilizados ácidos clorídrico ou sulfúrico ou combinações dos mesmos [11,64-66,77,78]. Os nanocristais de celulose também podem ser encontrados na natureza, por exemplo, produzidos por animais conhecidos como tunicados⁹ [64].

Conforme estudos compilados por Eichhorn et al. [64], o valor do módulo de elasticidade de nanocristais de celulose pode atingir 138 GPa (comparável ao do vidro), e, considerando a baixa densidade da celulose, os nanocristais possuem grande potencial para aplicações estruturais. Além disso, os nanocristais de celulose possuem alta razão de aspecto [64,70,72] e há ainda a indicação de boas propriedades líquido-cristalinas de suspensões de nanocristais de celulose [11].

A nanocelulose bacteriana, por sua vez, é obtida utilizando-se bactérias do gênero *Gluconacetobacter* mediante fermentação em cultura controlada, contendo moléculas de baixo peso molecular [11,63-65]. A nanocelulose bacteriana pode ser obtida em várias formas, como redes fibrosas, similar às das nanofibrilas, ou no formato de esferóides, dependendo do controle do processo utilizado e utilizando cultura estática ou agitada [11,63].

As propriedades da celulose sintetizada por bactéria são peculiares e diferenciadas das nanoceluloses advindas de fontes vegetais. A produzida por bactérias possui elevada pureza, tem alta capacidade de absorção de água, elevada cristalinidade, estrutura regular, alta resistência mecânica, durabilidade e biocompatibilidade [11,63].

Os principais desafios para o desenvolvimento das nanofibrilas englobam a diminuição do gasto energético de sua produção a partir de fontes naturais. Em aplicações como em filmes finos ou em materiais compósitos, os desafios estão principalmente na conversão em tecido durante a secagem, na

⁹ Os tunicados, também chamados de urocordados, são animais marinhos cujo exoesqueleto é composto de celulose e colágeno [79].

coesão entre matriz polimérica e nanofibras, na reologia do compósito durante o processamento e na secagem de filmes com baixa quantidade de sólidos (nanofibras) ^[11].

No caso das microfibrilas com aplicações na área médica, os problemas das interações com o tecido vivo precisam ser melhor compreendidos mediante novas pesquisas ^[11,63]. No caso da nanocelulose cristalina, os principais desafios englobam a necessidade de padronização do tipo de cristal obtido em termos de dimensão, e propriedades de superfície, processamento e fonte ^[11].

Dentre os desafios para a nanocelulose bacteriana, pode-se mencionar a necessidade de padronização dos parâmetros e procedimentos para obtenção do nanomaterial, em termos do tipo de cepa bacteriana, os procedimentos de manejo e cultura das bactérias, os processamentos posteriores, etc, além da classificação dos tipos de cepa em coleções de microorganismos. Para os usos medicinais da nanocelulose bacteriana, os pedidos de patentes muitas vezes não apresentam protótipos nem provas dos conceitos finais, enquanto que nas aplicações em compósitos ou em papel normalmente ocorre alta quantidades de água na estrutura da rede de fibras, nos agregados de fibras e na própria fibra. Além disso, a escalonagem da produção ainda é um dos maiores desafios a serem superados neste caso ^[11].

2.6 Procedimentos para monitoramento e prospecção tecnológica em nanotecnologia

2.6.1 Peculiaridades da nanotecnologia e recomendações metodológicas para estudos prospectivos e de monitoramento

Com investimentos em pesquisa e desenvolvimento realizado por países e empresas, monitorar tecnologias, analisar a concorrência, as tendências atuais e possibilidades futuras, eleva a probabilidade de retorno financeiro e o impacto econômico decorrente é maior. Diferentes técnicas podem ser

empregadas a fim de auxiliar a tomada de decisão, o planejamento e a elaboração de estratégias organizacionais. Essas técnicas possuem abordagens qualitativas, como por exemplo, delphi, cenários, ou quantitativas, como projeções estatísticas, análises de indicadores *etc.* ^[13,15].

Os indicadores elaborados com base na bibliometria são utilizados na análise quantitativa de tendências a partir publicações científico-tecnológicas, tais como artigos científicos e documentos de patentes ^[5-7,80-83]. A bibliometria é uma ciência que objetiva quantificar e medir a comunicação científica e tecnológica registrada, empregando para isso métodos matemáticos e estatísticos na contagem de artigos, documentos de patentes e suas citações, permitindo encontrar “padrões escondidos”, que auxiliam no processo de planejamento e tomada de decisão ^[82,84]. A abordagem bibliométrica permite a estratificação de artigos ou documentos de patentes por período, país, instituição, autor, área do conhecimento *etc.* A análise pode ser feita tanto em macroescala, por exemplo, comparando a situação de uma região mundial ou um país em relação ao mundo em um determinado assunto, ou em microescala, por exemplo, comparando-se uma empresa ou instituição em relação a um país ou um setor. De fato, documentos de patentes e artigos científicos são importantes resultados dos investimentos em ciência e tecnologia que podem gerar indicadores para a análise dos mesmos ^[19,81,82,84].

Dentro do campo de inteligência competitiva voltada para a área tecnológica, também chamada inteligência tecnológica, o conceito de bibliometria baseia-se na mineração de dados, que permite trabalhar com grandes quantidades de dados a fim de encontrar padrões e associações, o que seria impossível a olho nu ^[13]. As principais desvantagens ou limitações da bibliometria são as seguintes ^[81-84].

- Nem todos os resultados das pesquisas científicas ou desenvolvimentos tecnológicos são publicados ou patenteados. Além disso, a bibliometria não consegue atingir ideias e discussões tratadas pela comunicação informal, por correio eletrônico ou relatórios internos de universidades, grupos de pesquisa, empresas e outras organizações;

- Não há distinção efetiva de qualidade do documento analisado, pois uma publicação de alto valor de ideias e conhecimento tem o mesmo peso de uma publicação sem relevância;
- Normalmente, o número de citações é tomado como medida de impacto nos setores científicos e tecnológicos. Contudo, a bibliometria não consegue verificar o motivo pelo qual, por exemplo, um artigo é citado, logo, não se mede qualidade por citação. Além disso, a prática de citação varia consideravelmente entre as áreas de conhecimento e tecnológicas ou das instituições, o que limita mais ainda as comparações;
- Não existe uma única base de dados que cubra todas as publicações científicas ou documentos de patentes do mundo inteiro. As análises ocorrem, então, por meio de amostragem, mostrando tendências e não realidade absoluta;
- Cada base de dados possui características próprias, variando tanto os critérios para indexação quanto a cobertura temática (multidisciplinar, química, física, engenharia *etc.*);
- O idioma predominante das publicações mundiais é o inglês, o que privilegia os países que adotam esse idioma e traz dificuldade para muitos pesquisadores que não o dominam;
- O tipo de publicação varia entre campos e instituições. Por exemplo, em áreas tecnológicas, a publicação em periódicos é valorizada, enquanto que em áreas sociais e ciências humanas, os livros são mais privilegiados;
- Os sistemas de classificação e indexação das bases de dados possuem deficiências que também se constituem fatores limitantes, como, por exemplo, erros de digitação e estabelecimento de famílias de patentes.

Outra ferramenta proeminente é a mineração de textos, que busca a identificar padrões e associações através da frequência com que palavras aparecem em textos livres (como textos completos, resumos e títulos de artigos e patentes). Essas palavras ou expressões podem ser associadas a entidades, áreas tecnológicas, países, entre outros. Brietzman ^[85] analisou a competência

de empresas e o desenvolvimento de novos produtos através da mineração de texto encontrados em documentos de patentes de fitoterápicos. Após a coleta de 1.234 documentos de patentes de interesse em bases de dados, o autor montou uma tabela na qual inseriu com cada uma das palavras do título e do resumo da patente.

Em seguida, palavras vazias (como “a”, “o”) foram excluídas e foi montado pequenas frases respeitando a ordem em que apareciam em textos. O próximo passo foi elaborar uma ordem de categorização para palavras/frases com o mesmo significado e relacionar com os tratamentos propostos na patente. Embora pareça um trabalho longo, o autor destaca que sua equipe demorou apenas quatro dias para efetuar todo o trabalho ^[85].

A nanotecnologia possui peculiaridades que também dificultam a análise bibliométrica e a mineração de dados para prospecção tecnológica e inteligência competitiva, em especial para atividades de monitoramento ^[4]:

- **É fortemente interdisciplinar**, por envolver um amplo conjunto de disciplinas e suas abordagens metodológicas, incluindo ciência dos materiais, particularmente os nanomateriais e os nanoprocessos, física, química, biologia, engenharia *etc.*;
- **É universal**, no sentido de qualquer área poder estudar os fenômenos em nanoescala;
- **Encontra-se em estágio emergente**, devido principalmente às dificuldades em se transferir a superação da escala laboratorial ou piloto para escalas de produção industrial na maioria das frentes de pesquisa e desenvolvimento, ao que se soma o baixo domínio sobre os aspectos éticos e sociais relativos aos riscos à saúde e ao meio ambiente da produção em massa;
- **Desenvolve-se em todo o mundo**, por não existir nenhum polo mundial, região ou instituição que tenha se tornado uma referência mundial bem estabelecida, o desenvolvimento da nanotecnologia encontra-se ainda bastante fragmentado e espalhado em todo o mundo.

Dentre as consequências para as metodologias de análise bibliométrica e estatísticas empregadas nos estudos prospectivos, Salerno et al ^[4]

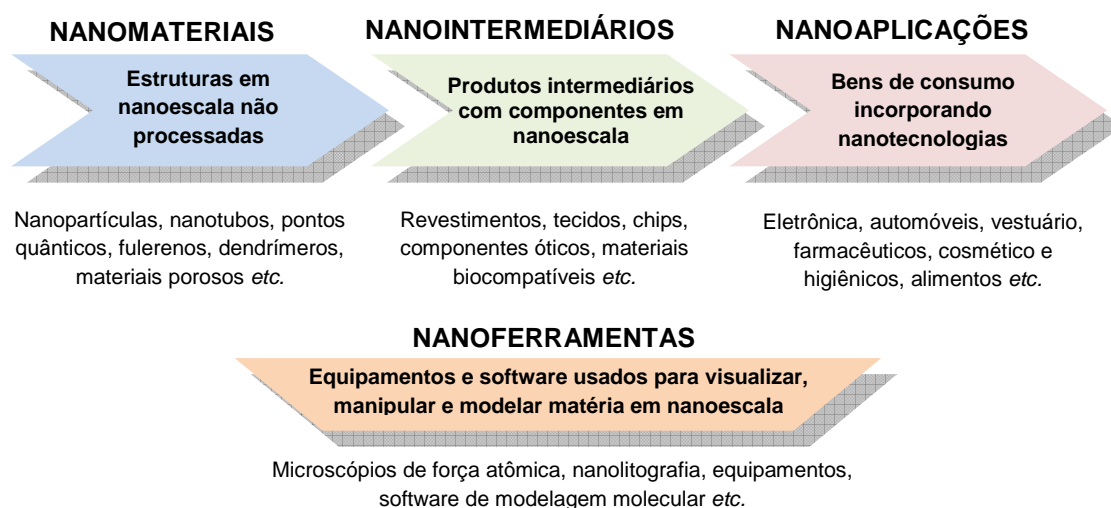
destacaram a fragmentação de conhecimento, as limitações para separar as principais áreas tecnológicas em desenvolvimento e identificação dos atores chave (*players*) no contexto disperso da nanotecnologia.

A interdisciplinaridade da nanotecnologia torna heterogêneo o conjunto de envolvidos em pesquisa e desenvolvimento, e também os consultados nos estudos prospectivos em nanotecnologia que empregam métodos qualitativos (opinião de especialistas, por exemplo), envolvendo especialistas de diferentes formações acadêmicas e empresários ou investidores de setores industriais distintos ^[4]. A interdisciplinaridade da nanotecnologia também aumenta o desafio de limitar o domínio de nanotecnologia, de levantar informação de bases de dados e de documentos e na elaboração de indicadores em ciência e tecnologia ^[20,21].

Por estar em um estágio emergente e espalhada pelo mundo, as atividades prospectivas em nanotecnologia devem considerar os fatores e os resultados em um de médio e longo prazo, em um alcance mundial ^[4]. Uma recomendação apresentada pela organização Lux Research ^[44] é que a nanotecnologia não seja tratada como um mercado geral, envolvendo vários tipos de produtos, mas sim, como uma cadeia de valores que pode impactar sobre todos os bens manufaturados, conforme esquematizado na Figura 2.10, englobando quatro etapas: nanomateriais, nanointermediários, nanoprodutos e nanoferramentas. Embora a perspectiva de desenvolvimentos focalizem nanoprodutos, a maior percentagem de lucro estará relacionada à nanointermediários e os nanomateriais ^[44].

Alencar et al. ^[5] verificaram a posição em termos de patenteamento de três países - EUA, Japão e Alemanha - em relação à cadeia de valores apresentada na Figura 2.10, sem considerar a etapa de nanoferramentas da mesma. A partir da mineração de dados no resumo referente ao uso do invento, considerando as palavras ou expressões de maior incidência com os principais assuntos tecnológicos dos documentos de patentes e os principais titulares daqueles países, foi possível criar mapas de conhecimento de cada um desses países. Constataram que no período abrangido pelo estudo (1994-2005) os documentos de patentes dos EUA estavam difundidos em todas as

partes da cadeia de valores, com uma ligeira concentração em nanointermediários. O Japão possuía relação mais intensa com os primeiros estágios da cadeia (nanomateriais e nanoproductos) e a Alemanha relacionava-se com maior intensidade com nanoproductos.



Fonte: Adaptação de Lux Research ^[44] e ABDI^[2].

Figura 2.10 Cadeia de valores em nanotecnologia.

2.6.2 Recuperação de informação científica e tecnológica em nanotecnologia

A recuperação de informação em nanociência e nanotecnologia representa um grande desafio para analistas de tecnologia, pois envolve termos que ainda não completamente estabelecidos para as delimitações necessárias nas buscas (caráter emergente) e envolver disciplinas distintas do conhecimento ^[5,20-22,25,27,86]. A difusividade da informação associada à nanotecnologia é muito grande, como apontado por Porter et al. ^[21], que mostraram discrepância de 30% ao comparar o número de publicações científicas encontradas a partir de duas expressões de busca distintas na base de dados Web of Science.

No contexto de patentes, escritórios de oficiais procuraram lidar com essa dificuldade adicionando novos códigos de Classificação Internacional de Patentes [26,39-41]. Esse procedimento mostrou-se importante porque os examinadores de pedidos de patentes precisam ter certeza que o invento descrito atende a critérios de patenteabilidade. Contudo, o estabelecimento de uma classificação é demorado e não definitiva, como visto nas definições de nanotecnologia por meio do uso de códigos CIP (B82) na Tabela 2.1. Logo, o uso de palavras chave é um caminho a ser adotado em análises prospectivas e monitoramento envolvendo nanociência e nanotecnologia.

Dentre os estudos nos quais somente o prefixo “nano” foi utilizado como elemento de expressão de busca em base de dados de documentos de patentes e artigos científicos, Hullmann e Meyer [25] consideraram essa abordagem razoável, já que nem especialistas da área conseguiam definir exatamente o que é a nanotecnologia. Em contraste, Chamas [20] destaca que, embora a utilização do prefixo "nano" forneça tendências gerais do campo, o uso apenas deste radical de palavra em uma expressão de busca pode limitar muito o universo da nanotecnologia que não envolve o uso deste radical. Existe, também, um modismo em adicionar o prefixo “nano” em produtos com padrões “pequenos” (como o nanocarro, nanocigarro *etc.*) e isso pode contribuir com dificuldades adicionais no processo de busca.

“Nano” é um prefixo do Sistema de Internacional de Unidades (SI) e denota um fator de 10^{-9} , logo se pode referir a uma medida que não necessariamente está no contexto de nanotecnologias, como nanosegundo, nanograma, nanolitro. A biologia também possui palavras com o prefixo “nano” e que não são nanotecnologias, como nanobactéria, nanoplâncton ou nanofauna. Por outro lado, o sistema de busca em bases de dados não distingue letras maiúsculas e minúsculas, subscrito e sobrescrito, logo compostos químicos que utilizam esse prefixo podem ser resgatados, como nano2 (NaNO_2 – nitrito de sódio), nano3 (NaNO_3 – nitrato de sódio) [5,20,21].

Outras palavras que não possuem o prefixo “nano” também se relacionam com o campo da nanotecnologia e devem ser incorporadas para melhor definir o campo e melhorar a qualidade da recuperação, incluindo [5,21]:

fulerenos, grafenos, dendrímeros, pontos ou fios quânticos (“quantum dot” ou “quantum wire”) *etc.* Além disso, as estratégias de busca necessitam de constante revisão já que a nanotecnologia ainda não é um campo com termos consolidado ^[20,21].

Considerando as dificuldades encontradas, para a correta revocação de informação em nanotecnologia, vários autores indicam a necessidade de expressões de busca mais complexas ^[5,20,21] ou a criação de uma classificação para a área ^[26,40,41]. Porter et al. ^[21] fizeram um trabalho de refinamento de busca relacionados à nanotecnologia e organizaram um esquema de busca léxica modular. Os autores partiram de uma expressão de busca inicial (expressão-piloto), elaborada a partir de vários trabalhos da literatura, e consultaram especialistas da área a fim de receber recomendações para adição, subtração ou adaptação das palavras. A seleção de termos considerou a quantidade de documentos resgatados, sua relevância para o domínio de nanotecnologia, a facilidade de reconhecimento das palavras por pesquisadores da área e sua flexibilidade para adaptar a expressão para um caso específico. Por fim, a expressão final do trabalho foi testada em bases de publicações científicas e de patentes. A Tabela 2.9 apresenta os termos da expressão de busca final em um esquema modular com oito partes, na qual se pode constatar a complexidade inerente à recuperação de informação em nanotecnologia. As palavras nas etapas de #1 a #7 devem ser utilizadas para busca no campo de título, resumo e palavras chave, e na etapa #8 deve ser realizada ou no campo de Códigos de Classificação Internacional (no caso de patentes) ou no campo de Título de Periódicos (no caso de publicações científicas).

A separação dos termos de busca em oito partes permite tratar a nanotecnologia em diferentes aspectos. A primeira e principal busca (#1) compreende documentos básicos em nanotecnologia que contenham o prefixo “nano” para alguma palavra que conste no título, resumo ou palavras chave. Os demais módulos (#2 a #8) aumentam o volume de resultado utilizando palavras (e variantes destas) que definem o campo da nanotecnologia sem necessariamente estarem contempladas com o prefixo “nano”. Nestas etapas

(ou módulos), são tratados termos específicos de semicondutores (#2), técnicas de síntese (#3), tipos de nanomateriais ou nanodispositivos (#4), técnicas de caracterização (#5), cristalização (#6), produtos com nanotecnologia (#7) e código de classificação de patentes ou periódicos dedicados ao campo (#8). Ao final da busca, os resultados de cada etapa são somados. Adicionalmente, da etapa #2 até a #8 é retirada (operador Booleano *NOT*) documentos que possuam o prefixo “nano”, pois estes já estão contemplados na etapa #1, evitando-se assim a duplicação de resultado.

Tabela 2.9 Exemplo de etapas e termos de busca para recuperação de informação em bases de dados para nanotecnologia.

Etapas	Termos de expressão de busca
#1	(nano*)
#2	(quantum dot* OR quantum well* OR quantum wire*) NOT (nano*)
#3	((self assembl* OR self organiz* OR directed assembl*)) AND (<i>EXPRESSÃO REGULADORA A</i>) NOT (nano*)
#4	((molecul* motor* OR molecul* ruler OR molecul* wir* OR molecul* devic* OR molecular engineering) OR (molecular electronic*) OR (single molecul*) OR (fullerene*) OR (coulomb blockad*) OR (bionano*) OR (langmuir-blodgett) OR (coulomb-staircase*) OR (PDMS stramp*)) NOT (nano*)
#5	((TEM OR STM OR EDX OR AFM OR HRTEM OR SEM OR EELS) OR (atom* force microscop*) OR (tunnel* microscop*) OR (scanning probe microscop*) OR (transmission electron microscop*) OR (scanning electron microscop*) OR (energy dispersive X-ray) OR (X-ray photonelectron*) OR (electron energy loss spectroscop*)) AND (<i>EXPRESSÃO REGULADORA A</i>) NOT (nano*)
#6	((pebbles OR NEMS OR quasicrystal* OR (quasi-crystal*)) AND (<i>EXPRESSÃO REGULADORA A</i>) NOT (nano*))
#7	((biosensor* OR ((sol gel*) OR solgel*) OR dendrimer* OR (soft lothograph*) OR (molecular simul*) OR quantum effect* OR (molecular sieve*) OR (mesoporous material*)) AND (<i>EXPRESSÃO REGULADORA B</i>) NOT (nano*))
#8	Em base de patentes, buscar no campo de Códigos Internacionais de Patentes: (B82*) Em base de publicações científicas, buscar no campo de periódicos: (fullerene* OR ieee transactions on nano* OR journal of nano* OR nano* OR materials science & engineering C* biomimetic AND supramolecular systems)
Expressões Reguladoras	
A	(monolayer* OR (mono-layer*) OR film* OR quantum* OR multilayer OR (multilayer*) OR array* OR molecul* OR polymer* OR (co-polymer*) OR copolymer* OR mater* OR biolog* OR supramolecul*)
B	(monolayer* OR (mono-layer*) OR film* OR quantum* OR multilayer OR (multilayer*) OR array*)

Fonte: Adaptação de Porter et al. [21].

Também foram utilizadas expressões reguladoras (A e B) para recuperar documentos em etapas que possuíam palavras relacionadas não somente à nanotecnologia (#3, #5, #6 e #7), como forma de restringir o resultado ao domínio de interesse – nanotecnologia ^[21].

Dentre os desafios encontrados para elaborar as expressões de busca da Tabela 2.9, os autores indicam primeiramente a delimitação precisa da nanobiotecnologia sem resgatar documentos de biologia básica ^[21]. Os autores destacam que a área “bionano” (ou “nanobio”) evidencia uma fraqueza em sua expressão booleana, devido à falta de termos que delimitem corretamente esta área dentro do domínio da nanotecnologia. Outra observação apontada refere-se às palavras e técnicas de caracterização (por exemplo, microscopia) e suas siglas correspondentes, que estão fortemente associadas à nanotecnologia, ao ponto dos autores considerarem que essas técnicas fazem parte do domínio da nanotecnologia ^[21].

A busca pelo estado da arte em nanotecnologia requer atenção a termos e expressões que estão em partes relacionadas ao campo. A expressão de busca principal (#1 da Tabela 2.9), por exemplo, resgata documentos com palavras como nanométrico, nanosegundo e nanolítro, que podem referenciar-se a apenas medidas e não nanotecnologias. Foi constatado, também, que termos particulares, como “quantum”, “self assembly”, “molecular motor”, “spintronic”, “molecular beam epitaxy”, “extreme ultraviolet lithography”, “molecular beacon”, “molecular sensor”, “molecular modeling”, “quantum computing”, “quantum model” e “biochip” etc., nem sempre estão relacionados ao domínio nanotecnológico. A lista de palavras “nanorelacionadas em parte” está relacionada na Tabela 2.10. Para solucionar essas questões, os autores determinaram a coocorrência (utilizando do operador Booleano “AND”) de termos da Tabela 2.10 com os listados da Tabela 2.9 ^[21]. Essa questão realça a dificuldade em trabalhar com informação em nanotecnologia. Para efeito de compreensão, uma busca simples utilizando cada um dos termos separadamente da Tabela 2.10 foi realizada nas bases de dados Web of

Science e Derwent Innovations Index para o período 1990-2010. O resultado está exibido na mesma tabela.

Tabela 2.10 Ocorrência de termos relacionados a nanociência e nanotecnologia na Web of Science e na Derwent Innovations Index de 1990 a 2010.

Termos ^[20]	Web of Science (Publicações científicas)	Derwent Innovations Index (Patentes)
nanometer*	28.283	23.265
nanosecond*	1.463	12.265
nanomolar*	9.072	435
nanogram*	2.537	356
nanoliter*	903	253
nano-second	155	143
nano-meter	239	431
nano-molar	80	25
nano-gram	27	8
nano-liter	24	31
spintronic*	3.917	183
molecul* beam* epitax*	35.703	2147
extreme ultraviolet lithograph*	1.130	1207
molecul* beacon	702	521
molecul* sensor*	26.451	9.018
molecul* model*	>100.000	8.107
quantum comput*	31.211	3.099
quantum model*	91.600	549
biochip*	1.631	4.122

Fonte: termos indicados por Porter et al. ^[21] cuja ocorrência nas bases de dados foi coletada pelo autor do presente trabalho.

Foi recuperada uma grande quantidade de documentos, cujos termos que permitiram maior recuperação de artigos científicos foram “nanometer”, “quantum model”, “quantum computing”, “molecular modeling”, “molecular sensor” e “molecular beam epitax”, como mostrado na Tabela 2.10. No caso de patentes, os termos verificados como os que recuperam mais documentos são “nanometer”, “nanosecond”, “molecular sensor”, “molecular modeling”, “quantum computing” e “biochip”.

Outro ponto salientado por Porter et al. ^[21] são palavras derivadas da busca principal da Tabela 2.9 (#1), apresentadas na Tabela 2.11, cujo conteúdo dos documentos resgatados não tem conexão com nanotecnologia e

devem ser excluídos do resultado. Verifica-se forte influência destes termos em publicações científicas do que em patentes, que em alguns casos apresentou retorno nulo na busca.

Tabela 2.11 Ocorrência de termos derivados da busca, mas não relacionados a nanociência e nanotecnologia na Web of Science e na Derwent Innovations Index de 1990 a 2010.

Termos ^[20]	Web of Science (Publicações científicas)	Derwent Innovations Index (Patentes)
Plankton*	22.202	990
n*Plankton	1.489	1
m*Plankton	3.401	8
b*Plankton	3.371	3
p*Plankton	31.322	321
z*Plankton	15.763	166
Nanoflagel*	843	0
Nanoalga*	9	0
Nanoprotist*	10	0
Nanofauna*	6	0
Nano*aryote*	24	0
Nanoheterotroph*	8	0
Nanophthalm*	0	0
Nanomeli*	40	1
Nanophyto*	200	0
Nanobacteri*	208	32
nano2*	1.379	659
nano3*	3.140	757
nanos_	532	27
nanog_	1.185	286
nanor_	1	0
nanoa_	2	0
nanos-	532	27
nanog-	1.185	286
nanoa-	2	0
nanor-	1	0

Fonte: termos indicados por Porter et al. ^[21] cuja ocorrência nas bases de dados foi coletada pelo autor do presente trabalho.

Huang, Notten e Rasters ^[86] realizaram um estudo comparativo das várias estratégias de buscas da literatura, incluindo a de Porter et al ^[21]. Os autores concluíram que, embora a quantidade de documentos recuperadas sejam distintas, os *rankings* das principais áreas, periódicos, instituições e países são similares devido ao compartilhamento de um conjunto específico de palavras chave pelas expressões. Contudo, os autores também motivaram o

constante refinamento das estratégias de busca, pois é uma forma de identificar o surgimento de novas subáreas da nanotecnologia. Em adição, embora haja cuidados quanto ao estabelecimento de expressões, nenhuma busca é exaustiva e sempre pode haver recuperação de informação que não está no contexto da análise.

2.6.3 Documentos de patentes como fonte de informação tecnológica em nanotecnologia

Segundo a Lei da Propriedade Industrial ^[34] brasileira, patente é

um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgados pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente.

Na maioria das vezes, a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos e processos requerem grandes investimentos e proteger-se de competidores desleais é passo fundamental para que as organizações tenham o retorno do esforço despendido. A patente é um bem ou um instrumento de proteção legal, valioso e imprescindível que, durante o prazo de vigência, permite ao titular o direito de excluir terceiros da fabricação, comercialização, importação *etc.* da matéria protegida. Por outro lado, se realizada a devida gestão, a patente torna-se um instrumento de renda para organização, já que ela pode ser licenciada a terceiros mediante ao pagamento de royalties ou, dependendo do interesse da organização, sem cobrar pelo licenciamento ^[13,18]. Adicionalmente, para obter-se uma patente, quatro critérios precisam ser preenchidos ^[33,34].

- Ter **novidade**¹⁰ frente ao estado da técnica;
- **Aplicação industrial**¹¹, ou seja, deve ter viabilidade de fabrico;
- O texto do documento de patente deve possuir **suficiência descritiva**¹², a fim de que a reprodução (para fins de pesquisa) seja possível;
- O invento não deve ser óbvio para um técnico no assunto ¹³(**atividade ou ato inventivo**¹⁴).

No Brasil e na maioria dos países, os pedidos de patente possuem normalmente um período de sigilo de 18 meses antes de ser publicado e disponibilizado para consulta pública, mas, em alguns lugares, é possível a publicação antecipada ^[19,42]. O período de vigência das patentes varia conforme a legislação de cada país. No Brasil, patentes de invenção ¹⁵ possuem período de validade de 20 anos, ou no mínimo 10 mediante a data de concessão da mesma; no caso de modelos de utilidade¹⁶, o prazo de vigência são 15 anos, com mínimo 7 anos (salvo questões judiciais e de força maior) ^[78]. Essa separação, em modelos de utilidade e patentes de invenção, não ocorre em todos os países, como por exemplo, os EUA:

Como os inventores são obrigados a divulgar o conteúdo tecnológico da invenção, os documentos de patentes tornam-se instrumentos relevantes para a análise de tendências tecnológicas futuras. Informações importantes para a construção de indicadores podem ser obtidas nos campos estruturados dos

¹⁰ Novidade refere-se a todo o conhecimento e tecnologia (também chamado estado da técnica) acessível, de alguma forma, ao público em geral até a data de depósito do pedido de patente ^[34].

¹¹ Aplicação industrial refere-se à possibilidade da invenção ser fabricada ou reproduzida por qualquer gênero de indústria ^[34].

¹² O pedido de patente deve conter clara e suficientemente descrito o objeto de proteção e sua melhor forma de execução, de modo que o invento seja passível de realização por qualquer técnico no assunto ^[34].

¹³ Técnico no assunto é o profissional intimamente ligado à natureza técnica da invenção que detém conhecimento teórico ou prático suficiente para compreender e analisar as informações descritas no pedido de patente ^[34].

¹⁴ Atividade ou ato inventivo refere-se, para um técnico no assunto, a não ocorrência de solução óbvia ou vulgar para o problema associado ao pedido de patente a partir do conhecimento contido no Estado da Técnica ^[34].

¹⁵ Patente de invenção é o resultado da capacidade de criação do homem em propor uma solução para um problema técnico dentro de um determinado campo tecnológico de maneira não óbvia para um técnico no assunto ^[33,42].

¹⁶ Modelo de utilidade refere-se a uma melhoria funcional, não óbvia para um técnico do assunto, no uso ou processo de fabricação de determinado objeto ^[33,42].

documentos de patentes, tais como data e país de prioridade¹⁷, descrição da invenção, campo tecnológico, novidade e depositantes. Com isso, é possível mapear tendências tecnológicas e analisar o desenvolvimento da área de interesse [17,19,84].

A expectativa de comercialização de produtos incorporando nanotecnologia faz com que haja interesse em propriedades intelectuais, em especial, a proteção por meio de patentes [20]. As características da nanotecnologia, porém, desafia examinadores e escritórios de patentes e analistas em informação tecnológica, já que o escopo do invento está atrelado, em muitos casos, à interdisciplinaridade e multiaplicações, o que exige equipes com profissionais com conhecimento nas áreas relacionadas [20,24,27]. A recuperação do estado da arte para avaliar os critérios de patenteabilidade também é um desafio para examinadores e pesquisadores da área [20,24,26,27].

A dinâmica de patenteamento em áreas distintas também influencia o estabelecimento de procedimentos de análise de documentos de patentes e marcos regulatórios para controle das nanotecnologias. Van Velzen [27] comparou a dinâmica de patenteamento na área químico-farmacêutica e eletrônica, que possuem certo grau de relacionamento dentro do domínio da nanotecnologia. A primeira área possui várias etapas para conseguir uma patente de um composto farmacêutico e comercialização, como estudo *in vitro*, *in vivo*, testes clínicos, regulamentação do material no órgão regulador. Já na área eletrônica, cada dispositivo de um produto final pode ser patenteado, ou seja, um produto possui vários pedidos de patentes para protegê-lo. Além da diferença notória entre a dinâmica de patenteamento, há desafios para avaliação de documentos de patentes que envolvam as duas áreas, por exemplo, dispositivos nanolaboratoriais, que fazem exames e testes instantâneos. Essas diferenças precisariam de estudos e controle por leis de cada país.

Com o tempo, o avanço e cristalização do conhecimento associada ao estabelecimento de uma dinâmica interdisciplinar para analisar a

¹⁷ Data de prioridade corresponde à data do primeiro depósito de uma patente em qualquer país do mundo, sendo considerada a mais próxima da concepção do invento [17].

nanotecnologia, em especial por meio de documentos de patentes, tornaram claro o papel e o domínio da nanotecnologia. O desenvolvimento de novos estudos que preencham lacunas avançando em técnicas e metodologias de prospecção tecnológica e monitoramento baseado no uso de documentos de patentes.

3 METODOLOGIA UTILIZADA

3.1 Procedimentos gerais

O procedimento empregado na presente pesquisa para elaboração de indicadores tecnológicos a partir da recuperação de informação obtida em documentos de patentes tanto para nanotecnologia como para nanocelulose é apresentado na Figura 3.1.

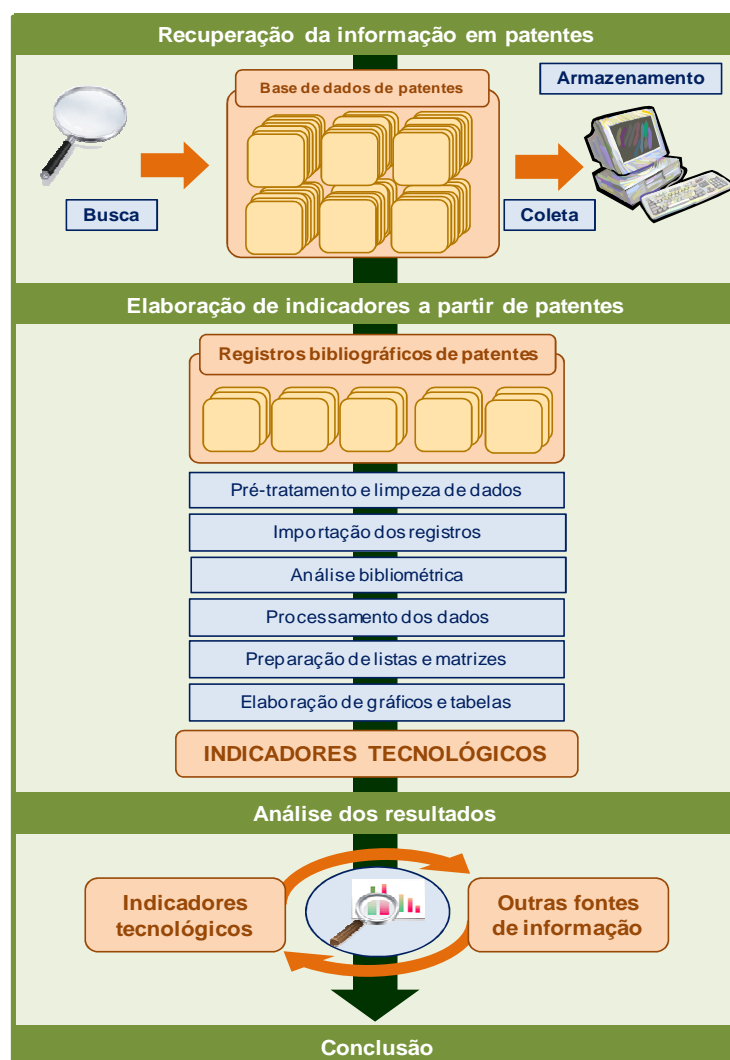


Figura 3.1 Fluxograma simplificado do procedimento para recuperação de informação e elaboração de indicadores bibliométricos a partir de documentos de patentes e análise dos resultados.

O procedimento inicia-se com a busca em uma base de dados de registros bibliográficos de patentes, seguido de coleta e armazenamento das informações em um computador local. Para a elaboração de indicadores a partir dos registros bibliográficos, foi realizado primeiramente o pré-tratamento e limpeza dos dados, a partir de um programa desenvolvido durante esta pesquisa.

Em seguida, os dados foram importados em um programa computacional de processamento de registros conforme critérios estabelecidos no trabalho para análise bibliométrica. Após a importação e processamento, foram realizadas análises bibliométricas, com o reprocessamento de dados de acordo com novos critérios quando necessário. Listas e matrizes de correlação foram elaboradas e exportadas para outro programa computacional com finalidade de montar gráficos e tabelas.

Com os indicadores elaborados, foram feitas análises de maneira integrada, com informações e conhecimentos obtidos a partir da revisão de trabalhos de outros autores e sites oficiais. Ao final, foram obtidas conclusões e recomendações.

3.2 Base de dados e procedimentos para recuperação de registros bibliográficos de patentes

3.2.1 Base de dados de registros bibliográficos de patentes empregada

Informações bibliográficas dos documentos de patentes em nanotecnologia e nanocelulose foram recuperadas a partir dos registros contidos na base de dados Derwent Innovations Index (DII) ^[87], disponível no Portal de Periódicos Capes ^[88]. O Quadro 3.1 apresenta as principais características dessa base de dados.

Quadro 3.1 - Características da base de dados DII.

A Derwent Innovations Index (DII) possui cobertura de registros bibliográficos de documentos de patentes depositadas nos principais escritórios de patente no mundo (totalizando 40 depositórios) e dados indexados a partir de 1963. Os temas cobertos pela base são divididos em três categorias principais: Química, Engenharia e Eletricidade e Eletrônico^[81]. As na base possibilita o uso e combinações de operadores Booleano (*AND*, *OR*, *NOT* e *SAME*) e curingas (*, ? e \$), o que viabiliza expressões de busca complexas como as observadas para nanotecnologia. A DII permite busca em vários campos dos registros bibliográficos de patentes, dentre os quais se destacam^[79]: título e resumos, inventor, número da patente, códigos de Classificação Internacional de Patentes e titular ou detentor da patente. A DII elabora resumos sobre a novidade e as vantagens do invento, o uso requerido pelo depositante e a descrição do principal desenho da patente. Essas descrições estão estruturadas no registro bibliográfico e fornecem ideias gerais do conteúdo dos documentos de patentes.

Fontes: Adaptação de Thomson^[89] e informações disponibilizadas pela base de dado^[87].

3.2.2 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em nanotecnologia

Três expressões de buscas foram selecionadas e testadas a fim de verificar qual o melhor procedimento para recuperar registros bibliográficos de documentos de patentes em nanotecnologia. As expressões de busca 1 e 2 (denominadas E1 e E2) foram elaboradas pelo autor do presente trabalho enquanto que a expressão de busca (E3) foi preparada a partir do procedimento e recomendações de busca Booleana modular proposta por Porter et al.^[21]. Os procedimentos e termos de busca de cada expressão¹⁸ estão apresentados nas Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3, respectivamente.

Tabela 3.1 Procedimento de busca adotado na E1.

Etapas	Termos da expressão de busca
#1	TS=(nano*)
#2	TS=(fullerene* OR buckyball* OR dendrimer* OR graphen* OR spintronic* OR "quantum dot*" OR "quantum wire*")
#3	TS=(nm)
#4	IP=(B82*)
#5	TS=(nano2 OR nano3 OR nanosecon* OR nanoS3)
#6	TS=(Nemaline Myopathy)
#7	#1 OR #2 OR #3 OR #4
#8	#7 NOT (#5 OR #6)

¹⁸ Nas expressões, "TS" e "IP" indicam os campos para busca do registro bibliográfico. "TS" permite busca nos campos de título e resumo e "IP" a busca no campo de códigos de Classificação Internacional de Patente^[90].

Tabela 3.2 Procedimento de busca adotado na E2.

Etapas	Termos da expressão de busca
#1	TS=(nano*)
#2	TS=(fullerene* OR buckyball* OR dendrimer* OR graphen* OR spintronic* OR "quantum dot*" OR "quantum wire*")
#3	IP=(B82*)
#4	TS=(nano2 OR nano3 OR nanosecon*)
#5	#1 OR #2 OR #3
#6	#5 NOT #4

Tabela 3.3 Procedimento de busca adotado na E3.

Etapas	Termos da expressão de busca
#1	TS=(nano*)
#2	TS=(quantum dot* OR quantum well* OR quantum wire*) NOT (nano*)
#3	TS=((self assembl*) OR (self organiz*) OR (directed assembl*)) AND (EXPRESSÃO REGULADORA) NOT (nano*)
#4	TS=((molecul* motor*) OR (molecul* ruler) OR (molecul* wir*) OR (molecul* devic*) OR (molecular engineering) OR (molecular electronic*) OR (single molecul*) OR (fullerene*) OR (coulomb blockad*) OR (bionano*) OR (langmuir-blodgett) OR (coulomb-staircase*) OR (PDMS stramp*)) NOT (nano*)
#5	TS=((TEM OR STM OR EDX OR AFM OR HRTEM OR SEM OR EELS) OR (atom* force microscop*) OR (tunnel* microscop*) OR (scanning probe microscop*) OR (transmission electron microscop*) OR (scanning electron microscop*) OR (energy dispersive X-ray) OR (X-ray photonelectron*) OR (electron energy loss spectroscop*)) AND (EXPRESSÃO REGULADORA) NOT (nano*)
#6	TS=((pebbles OR NEMS OR quasicrystal* OR (quasi-crystal*)) AND (EXPRESSÃO REGULADORA) NOT (nano*))
#7	TS=((biosensor* OR ((sol gel*) OR solgel*) OR dendrimer* OR (soft lothograph*) OR (molecular simul*) OR quantum effect* OR (molecular sieve*) OR (mesoporous material*)) AND (EXPRESSÃO REGULADORA) NOT (nano*))
#8	IP=(B82*)
#9	TS=(Plankton* OR n*Plankton OR m*Plankton OR b*Plankton OR p*Plankton OR z*Plankton OR Nanoflagel* OR Nanoalga* OR Nanoprotist* OR Nanofauna* OR Nano*aryote* OR Nanoheterotroph* OR Nanophthalm* OR Nanomeli* OR Nanophyto* OR Nanobacteri* OR (nano2* OR nano3* OR nanos_ OR nanog_ OR nanor_ OR nanoa_ OR nanos- OR nanog- OR nanoa- OR nanor-))
#10	#1 NOT #9
#11	TS=(nanometer* OR nanosecond* OR nanomolar* OR nanogram* OR nanoliter* OR nano-second OR nano-meter OR nano-molar OR nano-gram OR nano-liter)
#12	TS=((spintronic*) OR (molecul* beam* epitax*) OR (extreme ultraviolet lithograph*) OR (molecul* beacon) OR (molecul* sensor*) OR (molecul* model*) OR (quantum comput*) OR (quantum model*) OR (biochip*))
#13	#10 NOT #11
#14	#11 AND (#2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8)
#15	#12 AND (#2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #13)
#16	#15 OR #14 OR #13 OR #8 OR #7 OR #6 OR #5 OR #4 OR #3 OR #2
<i>Expressão Reguladora</i>	
(monolayer* OR (mono-layer*) OR film* OR quantum* OR multilayer OR (mult-layer*) OR array* OR molecul* OR polymer* OR (co-polymer*) OR copolymer* OR mater* OR biolog* OR supramolecul*)	

As buscas foram realizadas utilizando a opção “busca avançada” da base DII, compreendendo o campo Tópico (TS) e código de Classificação Internacional de Patentes (IP) para o período 1963-2010. O total de registros bibliográficos recuperados para as três expressões de busca (1956-2010), obtidos na última etapa do procedimento detalhados nas tabelas, foi:

- E1: 267.019;
- E2: 117.656;
- E3: 160.011.

A coleta foi realizada nos dias nos dias 29 e 30 de abril de 2010.

Os registros bibliográficos recuperados em cada expressão de busca foram comparados através do Código GA, que é um código de identificação único para cada família de patente ¹⁹ dado pela base DII ^[87]. No escopo desta análise, este código pode servir como meio para comparar os documentos em comum nas expressões de busca e auxiliar na escolha da expressão de busca em nanotecnologia para elaboração de indicadores. Ao final das análises, os registros bibliográficos recuperados pela expressão E3 foram selecionados para a elaboração de indicadores tecnológicos.

3.2.3 Recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em nanocelulose

Os registros bibliográficos de documentos de patentes em nanocelulose foram recuperados empregando expressão de busca contendo palavras chave associadas a este nanomaterial. A expressão de busca (En) foi elaborada com auxílio de um especialista na área de nanocelulose e está descrita na Tabela 3.4. As buscas foram realizadas na opção “busca avançada” da base de dados DII compreendendo apenas o campo Tópico (TS), que realiza a procura em títulos e resumos ^[87], para o período 1963-2010.

¹⁹ Família de patente é o conjunto de documentos sobre o mesmo invento depositados em vários países e que estão relacionados pela mesma prioridade. As famílias de patentes são criadas pelas bases de dados ^[17,91].

O total de registros recuperados pela expressão de busca En foi 277. A coleta foi realizada no dia 20 de junho de 2011. Foi feita a comparação entre os resultados da busca em nanocelulose com a expressão de busca E3 para nanotecnologia, com recursos e operadores Booleanos da base de dados [87].

Tabela 3.4 Procedimento de busca adotado na En.

Etapa	Termos da expressão de busca
#1	TS=("microfibril* cellulose" OR "micro-fibril* cellulose")
#2	TS=("cellulose microfibril*" OR "cellulose micro-fibril*")
#3	TS=("cellulose nanofiber*" OR "cellulose nano-fiber*")
#4	TS=(nanocellulose OR nano-cellulose)
#5	TS=("nanocrystal* cellulose" OR "nano-crystal cellulose")
#6	TS=("nanofibril* cellulose" OR "cellulose nano-fibril*")
#7	TS=("nanofibril* cellulose" OR "nano-fibril* cellulose")
#8	TS=("cellulose whisker*")
#9	TS=("cellulose nanocrystal*" OR "cellulose nano-crystal*")
#10	TS=("cellulose nanoparticle*" OR "cellulose nano-particle*")
#11	TS=("cellulose nanowhisker*" OR "cellulose nano-whisker*")
#12	TS=("nanosiz* cellulose" OR "nano-siz* cellulose")
#13	#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12

3.3 Coleta de registros bibliográficos de patentes

A coleta dos registros bibliográficos de documentos de patentes foi realizada com auxílio de um macro de programação, que automatizou o processo de requisição e download a partir do arquivo gerado pela base. A automatização do processo fez-se necessária devido à disponibilização de apenas 500 registros bibliográficos em um arquivo e, quando a busca retorna milhares de registro, é necessários realizar a coleta de vários arquivos, o que torna o processo exaustivo. A macro foi desenvolvida durante a presente pesquisa com auxilio de um especialista em programação.

3.4 Pretratamento dos dados bibliográficos

Os registros bibliográficos foram pré-tratados em um programa que recupera o país de origem da patente. Esse pré-tratamento fez-se necessário

devido à existência de países distintos e datas distintas de depósitos acusados no campo do registro bibliográfico destinado a prioridade, conforme Apêndice C. Neste estudo, foi assumido o ano e o país do documento de patente seria o de menor data entre os dados indicados campo de prioridade do registro bibliográfico. O programa foi desenvolvido durante a presente pesquisa com auxílio de um especialista em programação. Após o pré-tratamento, um novo campo, chamado PO foi adicionado em cada registro bibliográfico, contendo a sigla do país e a data de prioridade da patente.

3.5 Importação dos registros para o software de análise bibliométrica

As análises bibliométricas e a mineração de dados foram realizadas a partir do uso do software Vantage Point versão 5.0. Para que o software reconheça as informações contidas nos campos dos registros bibliográficos de patentes, cujas características de interesse da presente pesquisa estão mostradas na Tabela 3.5, um filtro foi desenvolvido com auxílio do Editor de Filtros do próprio programa.

Tabela 3.5 Código dos campos dos registros obtidos na base DII.

Código	Descrição do Campo
PN	Números depósitos de patentes
TI	Título do documento
AU	Inventor(es)
AE	Titular(es) do documento de patente e seus códigos
GA	Código de acesso na base de dados
AB	Resumos
Novelty	Novidade
Use	Uso
Advantage	Vantagem
Detailed description	Descrição detalhada
Description of drawing(s)	Descrição dos desenhos
TF	Resumo do foco tecnológico
IP	Códigos de Classificação Internacional de Patente
PI	Informação de prioridade de depósito e data
MN	Número da fórmula Markush (em química)

Fonte: Campos e informações sobre eles obtidos a partir do site da base Derwent Innovations Index^[87]. As descrições dos campos foram traduzidas pelo autor da presente pesquisa.

3.6 Processamento e tratamento dos registros bibliográficos de documentos de patentes

3.6.1 Separação dos registros por períodos

A elaboração dos indicadores e as análises foram limitadas até o ano 2008, devido ao período de sigilo de até um ano e meio antes da publicação dos pedidos de patentes em grande parte dos países do mundo [17,19,91]. Os registros bibliográficos foram separados por períodos de dez anos (1999-2008, 1989-1998, 1979-1988, etc.). No caso específico para documentos de patentes em nanocelulose, foi detalhado o patenteamento em períodos de cinco anos (2008-2004, 1999-2003, 1994-1998, etc.). As análises em nanotecnologia compreenderam o período 1999-2008, exceto para estudo sobre a evolução. Para nanocelulose, a análise compreendeu o período de 1979 a 2008 devido a menor quantidade de documentos de patentes associadas a este nanomaterial.

3.6.2 Categorização em domínios e subdomínios tecnológicos e assuntos tecnológicos das patentes

Os dados bibliográficos dos documentos de patentes foram processados conforme a categorização em domínios e subdomínios tecnológicos empregados pelo Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) [92]. Estas categorias são formadas pelo agrupamento de códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP), cujo detalhamento²⁰ é mostrado na Tabela 3.6. Os registros também foram desagregados conforme seus assuntos tecnológicos obtidos a partir das subclasses da CIP (quatro dígitos).

Um documento de patente pode estar associado a diferentes domínios e subdomínios tecnológicos, bem a assuntos tecnológicos distintos, já que pode possuir diferentes códigos CIP.

²⁰ Os nomes dos domínios e subdomínios tecnológicos foram obtidos a partir da tradução do francês para o português realizado pelo autor deste trabalho.

Tabela 3.6 Relacionamento entre códigos CIP e os domínios e subdomínios tecnológicos.

Domínio Tecnológico	Subdomínio Tecnológico	Códigos da Classificação Internacional de Patentes
Eletrônica-eletricidade	Componentes elétricos	F21; G05F; H01B,C,F,G,H,J,K,M,R,T; H02; H05B,C,F,K
	Audiovisual	G09F,G; G11B; H03F,G,J; H04N,R,S
	Telecomunicações	G08C; H01P,Q; H01Q; H03B,C,D,H,K,L,M; H04B,H,J,K,L,M,Q
	Informática	G06; G11C; G10L
	Semicondutores	H01L; B81
Instrumentação	Ótica	G02; G03B,C,D,F,G,H; H01S
	Análise-mensuração-controle	G01B,C,D,F,G,H,J,K,L,M,N,P,R,S,V,W; G04; G05B,D; G07; G08B,G; G09B,C,D; G12
	Engenharia médica	A61B,C,D,F,G,H,J,L,M,N
	Técnicas nucleares	G01T; G21; H05G,H
Química-materiais	Química orgânica	C07D,F,G,H,J
	Química macromolecular	C08B,F,G,H,K,L; C09D,J
	Química de base	A01N,P; C05; C07B; C08C; C09B,C,F,G,H,K; C10B,C,F,G,H,J,K,L,M; C11B,C,D
	Tratamento de superfície	B05C,D; B32; C23; C25; C30
	Materiais-metalurgia	C01; C03C; C04; C21; C22; B22; B82
Farmacêuticos-biotecnologias	Biotecnologia	C07K; C12M,N,P,Q,S; C40B
	Farmacêuticos-cosméticos	A61K,P,Q
	Produtos agrícolas e alimentares	A01H; A21D; A23B,C,D,F,G,J,K,L; C12C,F,G,H,J; C13D,F,J,K
Procedimentos industriais	Procedimentos técnicos	B01; B02C; B03; B04; B05B; B06; B07; B08; F25J; F26B
	Manutenção-gráfica	B25J; B41; B65B,C,D,F,G,H; B66; B67
	Trabalho com materiais	A41H; A43D; A46D; B28; B29; B31; C03B; C08J; C14; D01; D02; D03; D04B,C,G,H; D06B,C,G,H,J,L,M,P,Q; D21
	Meio ambiente-poluição	A62D; B09; C02; F01N; F23G,J
	Aparelhos agrícolas e alimentícios	A01B,C,D,F,G,J,K,L,M; A21B,C; A22; A23N,P; B02B; C12L; C13C,G,H
Máquinas-mecânica-transporte	Máquinas-ferramentas	B21; B23; B24; B26D,F; B27; B30
	Motores-bombas-turbinas	F01B,C,D,K,L,M,P; F02; F03; F04; F23R
	Procedimentos térmicos	F22; F23B,C,D,H,K,L,M,N,Q; F24; F25B,C; F27; F28
	Componentes mecânicos	F15; F16; F17; G05G;
	Transportes	B60; B61; B62; B63B,C,H,J; B64B,C,D,F
	Espacial-armamentos	B63G; B64G; C06; F41; F42
Consumo de famílias-construção civil	Consumo das famílias	A24; A41B,C,D,F,G; A42;A43B,C; A44; A45; A46B; A47; A62B,C; A63; F25D; B26B; B25B,C,D,F,G,H; B42; B43; B44; B68; D04D; D06F,N; D07; G10B,C,D,F,G,H,K
	Construção civil	E01; E02; E03; E04; E05; E06; E21

Fonte: Adaptação de OST^[92].

Mais informações sobre a CIP e o relacionamento com a categorização adotada pela OST, ver Quadro 3.2.

Quadro 4.2 - Relação entre códigos CIP e os Domínios e Subdomínios Tecnológicos empregados pelo Observatoire des Sciences et des Techniques.

A Classificação Internacional de Patentes (CIP) foi criada pela Organização Internacional da Propriedade Intelectual (WIPO) e possui diversos níveis de desagregação (seções, subseções, classes e subclasses) que visando fornecer um detalhamento do invento contido numa patente, seu setor tecnológico, o processo de manufatura etc. [33,42].

Embora essa divisão criteriosa atenda as necessidades dos escritórios de patentes, análises acadêmicas ficam imprecisas devido à alta desagregação dos níveis da CIP. Com auxílio de especialistas de diversas áreas, o Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) agregou de códigos da CIP em seis domínios e 30 subdomínios tecnológicos. Essa iniciativa é interessante por associar classificações distintas a uma mesma área tecnológica (por exemplo, os códigos G02, G03 e H01S pertencem ao subdomínio “Ótica”) e facilitar análises acadêmicas, tecnológicas e econômicas [93].

Fonte: Adaptado de Jungmann [33], INPI [42] e Albuquerque et al. [93].

3.6.3 Obtenção análise dos titulares dos documentos de patentes

Os principais titulares²¹ dos documentos de patentes associados ao subdomínio Materiais-Metalurgia foram obtidos a partir dos códigos de titulares fornecidos pela base de dados DII conforme descrito no Quadro 3.3. Como um documento pode pertencer a mais do que um titular²², foi considerado contabilizado um documento para cada titular.

Quadro 3.3: Códigos de titulares disponibilizados pela DII.

A Derwent Innovations Index (DII) fornece uma codificação para titulares de documentos de patentes que se dividem em:

- Padronizado: códigos designados a organizações com grande número de documentos de patentes e que regularmente fazem depósitos;
- Não padronizado: códigos que não pertencem a uma única organização por não possuir grande portfólio de documento de patenteou constância de patenteamento. Logo precisam ser averiguados;
- Individual: códigos designados a pessoas físicas.

Fonte: Adaptação de Thomson [89] e da base DII [87].

Para nanotecnologia geral, foi obtido o número de documentos de patentes em cotitularidade para os dez principais titulares e o número de cotitulares. Nas análises de patenteamento associado ao Brasil e em

²¹ Titular é o detentor do direito sobre a patente, ou seja, aquele que pode excluir terceiros de comercializar sua tecnologia [33,34].

²² Neste caso, os detentores dos direitos da patente são chamados de cotitulares [17].

nanocelulose, os titulares foram categorizados em três grupos distintos, compreendendo empresas, não empresas (universidades, institutos ou centros de pesquisas e órgãos governamentais) e pessoa física a partir da perspectiva tácita do autor da presente pesquisa. No caso específico da nanocelulose, também foi realizado o agrupamento dos titulares conforme a quantidade de documentos de patentes: 1 patente, 2-5 patentes, 6-9 patentes e ≥ 10 patentes.

3.6.4 Cálculos para análise estatística

Análises estatísticas foram efetuadas a fim de auxiliar na compreensão dos dados quanto ao crescimento em períodos e taxa de crescimento anual do patenteamento, além da proeminência de países, domínio, subdomínios e assuntos tecnológicos. O cálculo percentual de crescimento por período foi realizado utilizando-se a fórmula 3.1.

$$C_i = \frac{[N_i - N_j] \times 100}{N_j} \quad (3.1)$$

C_i é o crescimento percentual no período, N_i é o número de documentos de patentes no ano ou período “i”; N_j é o número de documentos de patentes no ano ou período “j”, com $j < i$.

A proeminência foi calculada utilizando a seguinte fórmula 3.2.

$$P_i = \frac{N_i \times 100}{NT} \quad (3.2)$$

P_i é a proeminência (em %), N_i é o número de documentos de patentes específica para i (em que i pode ser ano, domínio, subdomínio tecnológico ou assunto tecnológico) e NT é o número total de documentos de patentes.

A taxa de crescimento anual do número de depósitos entre anos foi calculada pela fórmula 3.3.

$$T_i = \frac{[N_i - N_j] \times 100}{N_j} \quad (3.3)$$

T_i é a taxa de crescimento anual, N_i é o número de documentos de patentes no ano “i”; N_j é o número de documentos de patentes no ano “j”, com $j < i$. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o software Excel (versão Office 2007).

3.5 Procedimentos relativos a artigos científicos e outras fontes de informação empregadas.

Foram utilizadas as bases de publicações técnicas e científicas disponibilizadas no portal de periódicos da CAPES ^[88] para obtenção de informações complementares aos indicadores tecnológicos. Também foram consultadas outras fontes de informação técnica e científica, incluindo banco de teses da Capes ^[94] e o currículo Lattes ^[95].

Outras fontes consideradas empregadas foram sites e documentos oficiais de governos, entidades de pesquisa e empresas, principalmente Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) ^[96], Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) ^[42], National Nanotechnology Initiative ^[36,55], 7th Framework Programme ^[97] Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) ^[98] e Associação Brasileira de Papel e Celulose (BRACELPA) ^[99].

As informações bibliográficas e textos completos de artigos científicos, relatórios e outras fontes de informação foram armazenados em uma base de dados proprietária na rede interna do NIT/Materiais com auxílio do *software* gratuito de gerenciamento de informação Zotero ^[100], associado ao navegador Mozilla Firefox[®].

3.6 Indicadores tecnológicos elaborados

Indicadores tecnológicos foram elaborados a partir das matrizes e listas foram construídas no software Vantage Point. A ilustração dos resultados, por meio de gráficos e tabelas, foi efetuada utilizando o software Excel (versão Office 2007).

Para nanotecnologia, foram elaborados indicadores tecnológicos de número de documentos de patentes depositadas anualmente, total de documentos de patentes no período 1999-2008, proeminência, crescimento total e taxa de crescimento anual. Os indicadores foram projetados para analisar a evolução temporal dos depósitos, os principais titulares e países depositantes e domínios e subdomínios tecnológicos.

Para nanocelulose, foram elaborados indicadores tecnológicos de número anual de documentos de patentes, o total de documentos de patentes no período 1979-2008, número de titulares, proeminência, crescimento total e taxa de crescimento anual. Foram mapeados a evolução temporal dos depósitos, os principais titulares e países depositantes e domínios, subdomínios e assuntos tecnológicos.

Uma análise de rede foi elaborada para os subdomínios tecnológicos em nanocelulose visando obter a coocorrência dos mesmos. A matriz de coocorrência de subdomínios tecnológicos foi preparada a partir do programa Ucinet (versão 6.1) e as redes de foram construídas utilizando o programa NetDraw (versão 2.0).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Indicadores tecnológicos em nanotecnologia a partir de registros bibliográficos de documentos de patentes

4.1.1 Evolução do patenteamento em nanotecnologia e sua distribuição geográfica

O patenteamento em nanotecnologia aumentou consideravelmente no período 1999-2008, concentrando 83,2% do total de documentos de patente recuperados, como mostra a Figura 4.1. Esse resultado é consequência, pelo menos em parte, do avanço da nanociência nos anos 90, que realça o caráter emergente da nanotecnologia. No escopo de propriedade industrial, um código de Classificação Internacional de Patente (CIP) específico para nanotecnologia foi introduzido a partir de 2000²³, o que é consequência dos avanços em desenvolvimento tecnológico, confirmado na Figura 4.1.

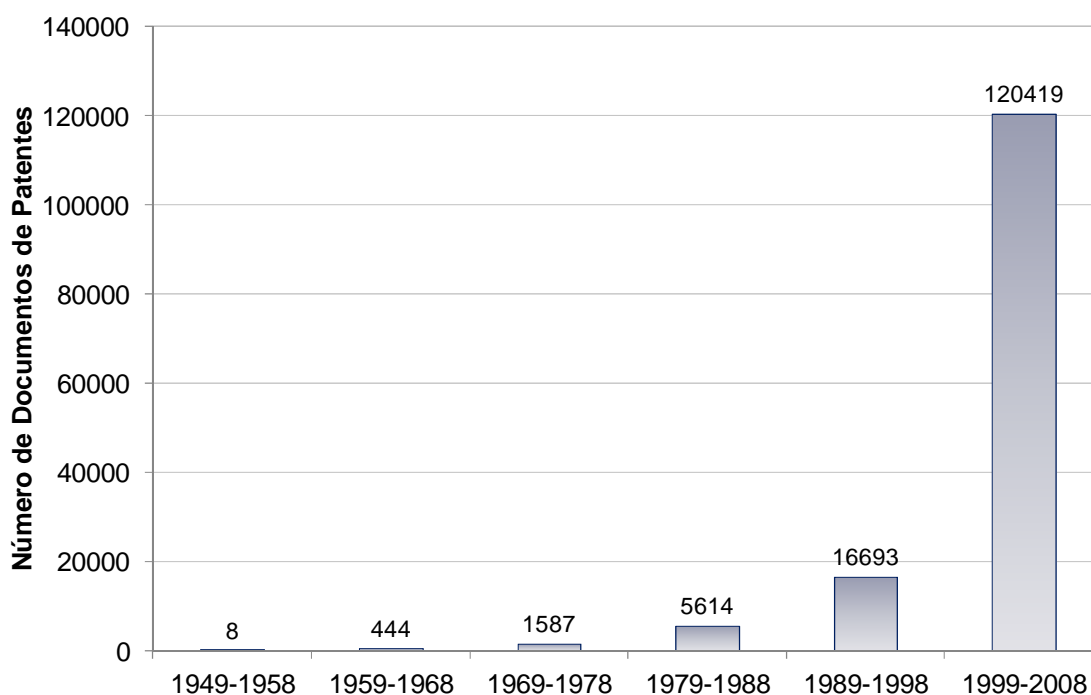
Outra razão para o grande avanço recente da nanotecnologia está associado às políticas de incentivo em países como China, EUA, Japão, Coreia do Sul e países da União Europeia [2,3,36], o que se refletiu também no patenteamento de cada um destes atores, conforme Figura 4.4. Entre 1990 e 1994, praticamente não houve crescimento mundial anual no número de documentos patentes, com média de 1.380 documentos por ano de origem principalmente do Japão e EUA, conforme Figura 4.2 e Apêndice A. De 1995 a 1998, observou-se crescimento acelerado e expressivo, devido principalmente ao aumento dos depósitos realizados pelos EUA, que também está atrelado ao avanço científico naquele país.

Com relação ao pico de crescimento em 2001, uma análise aprofundada mostrou que a China apresentou um número “anormal”²⁴ de documentos de

²³ O código B82, para nanotecnologia, foi introduzido a partir da 7ª versão da CIP em 2000 [41].

²⁴ Os números mostram que, em 2000, os chineses possuem 345 documentos de patentes, em 2001, 1.690 documentos e, em 2002, 1.283 documentos, gerando o pico de crescimento observado pela taxa calculada entre 2000 e 2001.

patentes em nanotecnologia neste ano, principalmente em área associada a preparações medicinais contendo materiais derivados de plantas (código A61K35/78 da CIP). Em parte, esse resultado da China provavelmente está associado às privatizações dos institutos de pesquisa chinês e ao impulso dado a pesquisas em nanotecnologia com o lançamento de dois programas de pesquisa em 1999 pelo Ministério de Ciência e Tecnologia chinês (National Key Basic Research Program e Applied Research on Nanomaterials Program) [3].



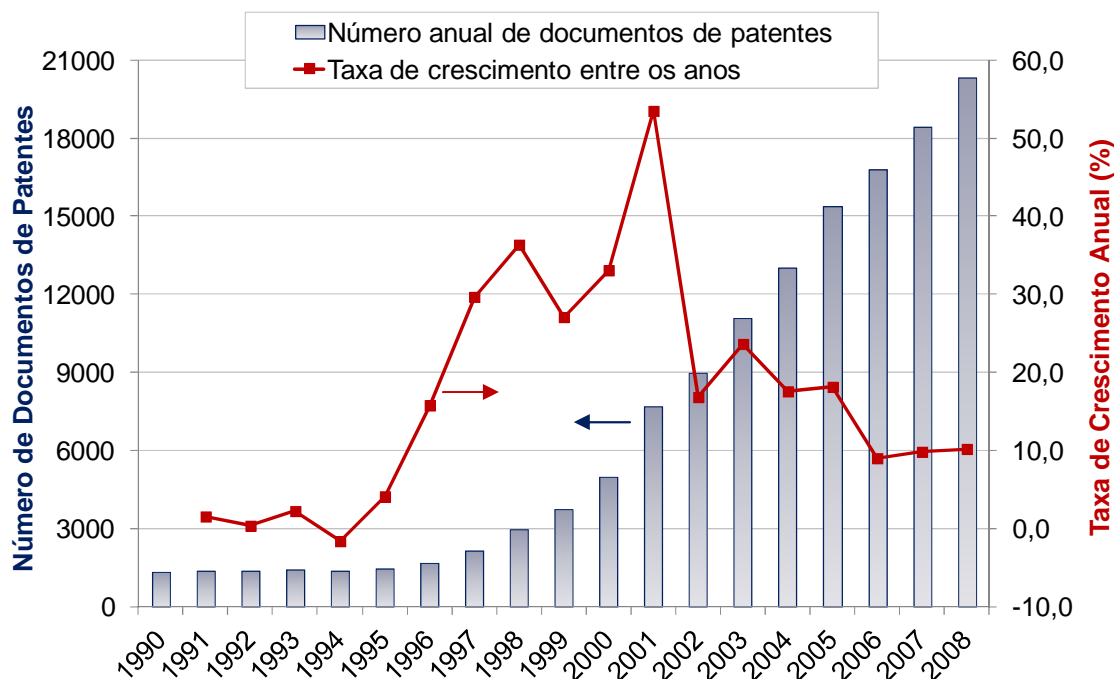
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.1 Distribuição decenal do número de documentos de patentes associadas à nanotecnologia.

Outro fator que pode ter contribuído consideravelmente para o pico de documentos de patentes, foi a reestruturação do sistema de propriedade intelectual da China para tornar-se membro do Acordo de Comércio dos Aspectos Relacionados aos Direitos de Propriedade Intelectual (sigla em inglês TRIPS). Essa mudança foi um dos requisitos para a entrada dos chineses na Organização Mundial do Comércio em 2000 [101,102], o que refletiu no aumento do número de depósitos de patentes naquele país [102].

A partir de 2006, a taxa anual de crescimento do patenteamento em nanotecnologia se mostrou estável, próximo a 10%, o que pode indicar uma

relativa consolidação de seu desenvolvimento tecnológico, considerando os paradigmas atuais. Caso a taxa de crescimento se mantenha, pode-se estimar que o número de documentos de patentes em 2009 e 2010 serão próximo a 22.300 e 24.600, respectivamente.

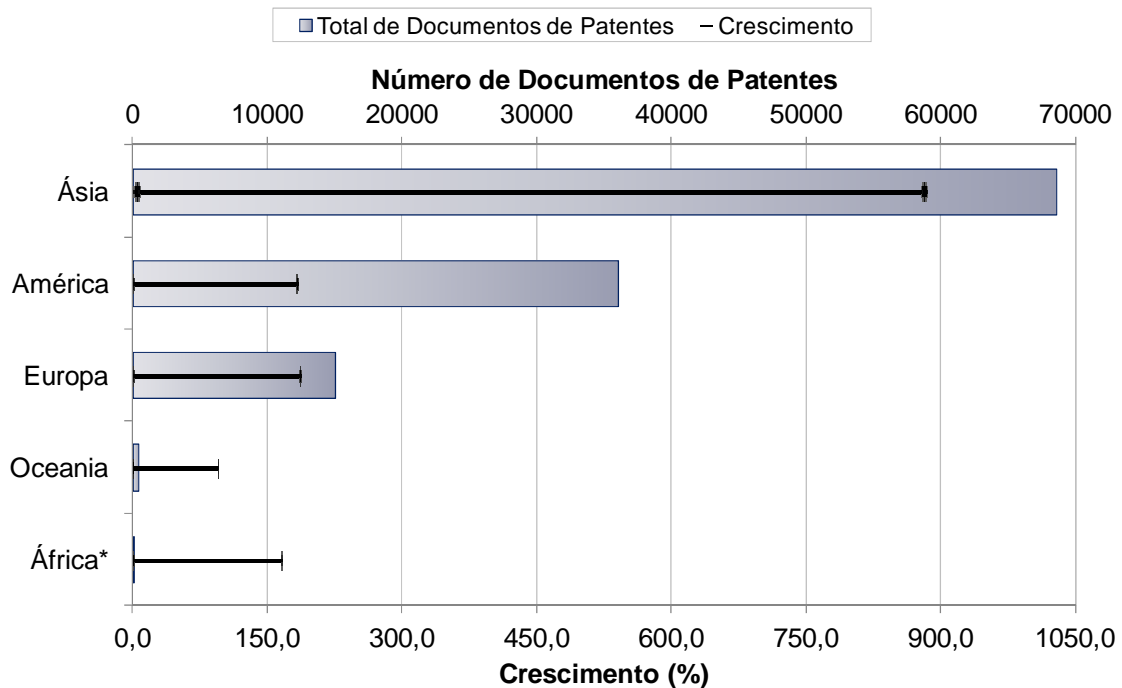


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.2 Número e taxa de crescimento anual no patenteamento em nanotecnologia para período 1990 a 2008.

O total de documentos de patentes encontrados entre 1999 e 2008 foi 120.419, sendo que 57,0% foram originados de países da Ásia, 29,9% de países da América e 12,5% em países da Europa, como mostrado pela Figura 4.3. O continente asiático não somente apresentou o maior número de documentos de patentes, mas também o maior crescimento nesse período (886,7%), seguido dos continentes americano e europeu, que elevaram em 184,6% e 188,7%, respectivamente, seu portfólio. A África²⁵ apresentou apenas 65 documentos de patentes e crescimento de 166%.

²⁵ O crescimento para a África foi calculado considerando os dados a partir do ano 2000, pois não foram encontrados documentos de patentes por países africanos antes deste ano.



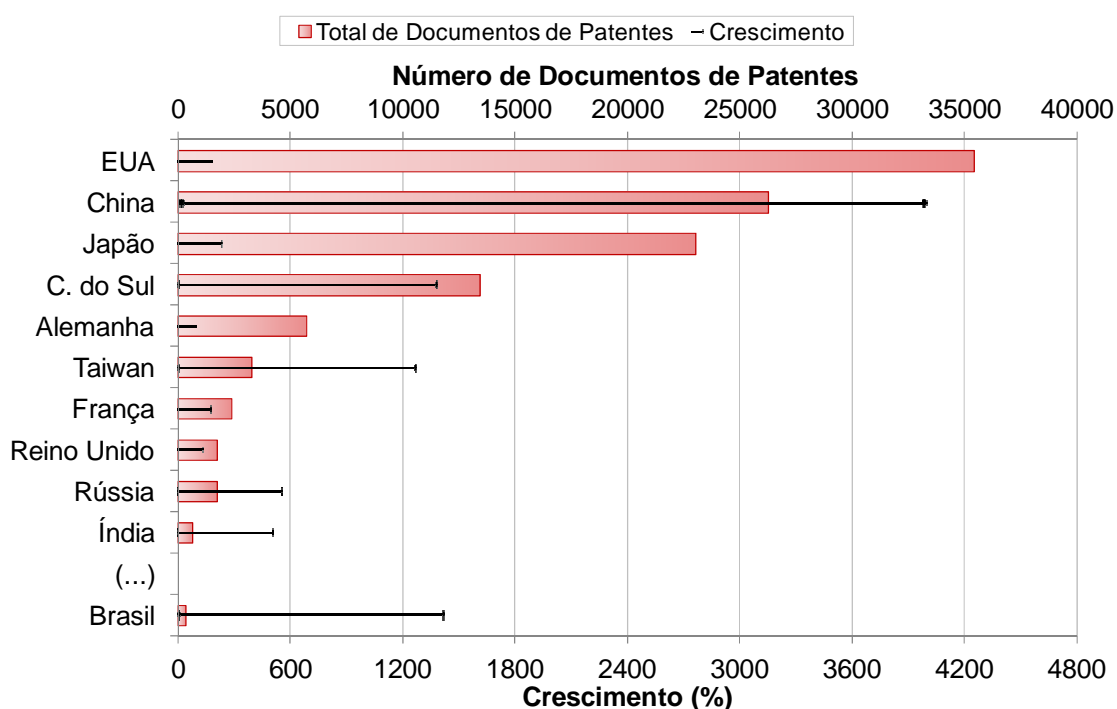
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.3 Desagregação dos documentos de patentes em nanotecnologia no período 1999-2008 em regiões geográficas.

Entre os dez principais países depositantes de pedidos de patentes em nanotecnologia no período 1999-2008, apresentados na Figura 4.4, seis estão localizados na Ásia (China, Japão, Coreia do Sul, Taiwan, Rússia e Índia), três na Europa (Alemanha, França e Reino Unido) e um na América (EUA). O Brasil foi adicionado para fins comparativos. Esse topo do ranking pode ser subdividido entre países desenvolvidos (EUA, Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França e Reino Unido) e países do bloco BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). O Brasil ocupa apenas a 16ª posição no ranking (foi adicionado à Figura 4.4 apenas para fins comparativos), com crescimento no número de documentos de patentes semelhante ao apresentado pela Coreia do Sul e Taiwan, porém com quantidade de total bastante inferior.

Os EUA lideraram o patenteamento no período da análise, com 35.395 patentes, porém apresentam crescimento pequeno (181,0%) entre 1999-2008 quando comparado aos demais países do ranking, conforme Figura 4.4. Embora apareça em terceiro lugar, o Japão também possui grande quantidade de documentos de patentes. Esses resultados estão atrelados à capacidade tecnológica destes países em vários setores.

Por sua vez, entre as nações europeias, a Alemanha destaca-se com maior quantidade de documentos de patentes, em seguida a França e o Reino Unido. Entretanto, esses países também exibiram taxa de crescimento inferior quando comparado a outros países no período analisado (Alemanha, 97,5%, França, 179,5%, e Reino Unido, 134,3%).



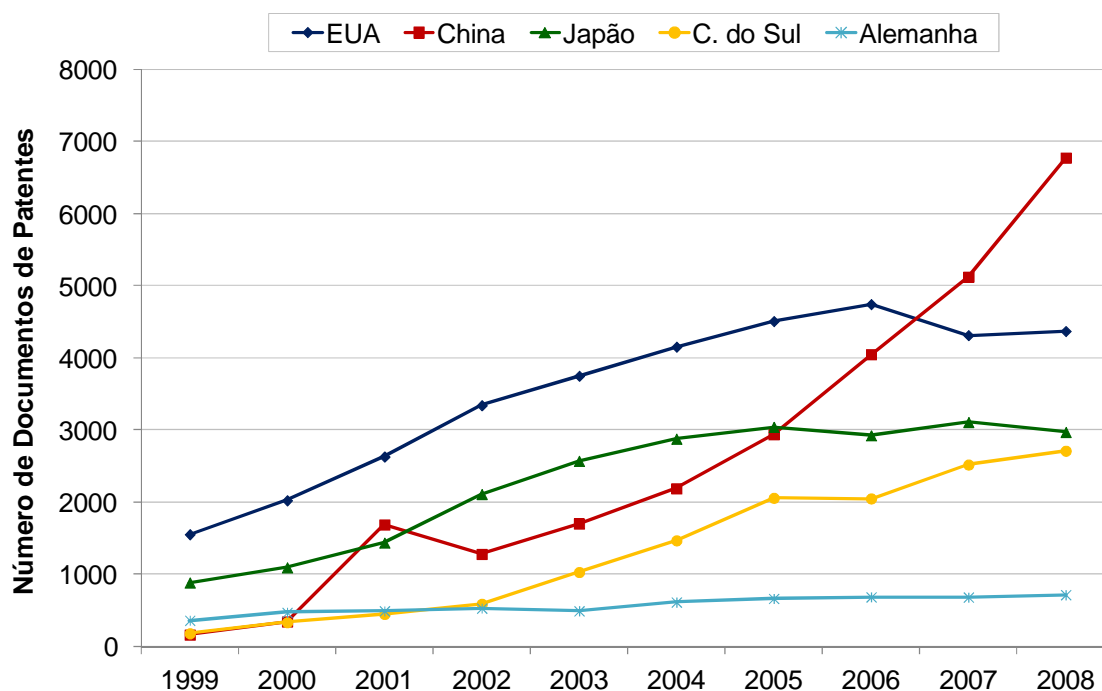
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.4 Relação dos dez principais países patenteamento em nanotecnologia mais o Brasil e seus crescimentos no período 1999-2008.

Exceto o Japão, os países asiáticos apresentaram crescimento percentual considerável no patenteamento em nanotecnologia, destacando-se China, Coréia do Sul e Taiwan, com crescimentos de 4.005,5%, 1.390,1% e 1.275,0%, respectivamente. O número de depósitos anuais em nanotecnologia da China no período 1999 a 2008 foi considerável, e este país se tornou líder a partir de 2007, também havendo um pico de depósitos chineses em 2001, conforme a Figura 4.5.

O número de documentos de patentes dos EUA e no Japão cresceram constantemente até 2005-2006, apresentando ligeira queda e estagnação nos

últimos anos. Esta tendência pode indicar a consolidação do desenvolvimento tecnológico em nanotecnologia nestes países. Contudo, deve-se considerar que o desenvolvimento da nanotecnologia envolve diferentes setores, cuja competência viária de país para país, por exemplo, o Japão que é tradicionalmente atuante no setor eletrônico.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.5 Evolução no número anual total de documentos de patentes para os cinco países proeminentes em nanotecnologia no período 1999-2008.

O número de documentos de patentes coreanos apresentou crescimento constante no período 1999 a 2008, assumindo uma posição proeminente no último ano da análise. O patenteamento da Coreia do Sul começa a se destacar em 2003 e pode ser consequência de investimentos de US\$ 1,3 bilhão para pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologias para o período 2000-2010 [3]. No contexto de patentes, pode-se verificar uma resposta positiva ao planejamento e estruturação do plano de ação coreano, que apresentou desde diretrizes para pesquisa básica até o encorajamento a industrialização. No caso da Alemanha, não houve crescimento considerável no número anual de documentos de patentes, embora este país possua um programa de

desenvolvimento de nanotecnologias envolvendo empresas, universidades e institutos de pesquisa ^[3].

Apesar do Japão e dos EUA terem se destacado nos anos 90 e início dos anos 2000, a China, a Coréia do Sul e o Taiwan também se mostram relevantes nos últimos anos do período de análise. Este resultado confirma a proeminência da nanotecnologia para países considerados inovadores, e destacam os asiáticos no patenteamento, principalmente na China e Coréia do Sul. Adicionalmente, o patenteamento é também reflexo das características asiáticas que dominam setores como semicondutores e automotivo, microeletrônica, entre outros, incluindo recentemente um crescimento no setor químico farmacêutico.

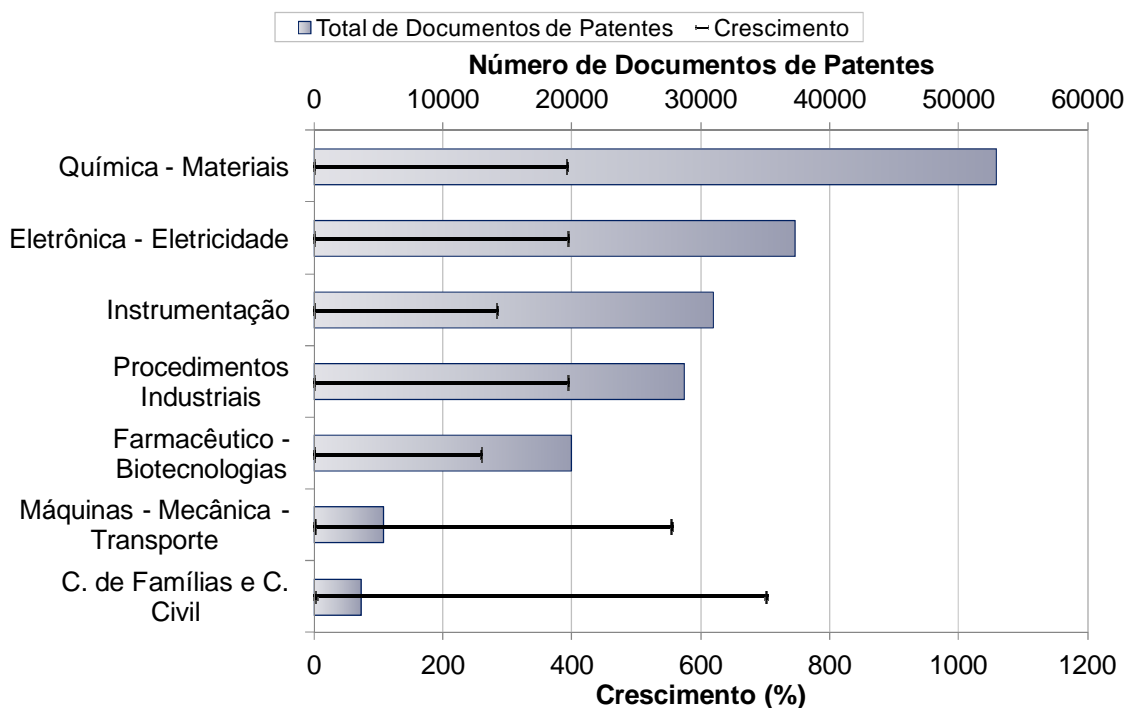
4.1.2 Domínios e subdomínios tecnológicos em nanotecnologia

Os documentos de patentes em nanotecnologia recuperados relacionaram-se com todos os domínios e subdomínios tecnológicos, como destacado na Figura 4.6 e no Apêndice A. Isso significa que o desenvolvimento da nanotecnologia está envolvido com diversos contextos tecnológicos e possibilita a visualização de sua interdisciplinaridade em patentes.

Entre os principais domínios, o de Química-Materiais está associado a 43,9% do total de documentos de patentes no período 1999-2008, como mostra a Figura 4.6. Além disso, este domínio apresentou crescimento de 395,2% entre 1999-2008 e, considerando o Apêndice A, é o mais relevante em todos os anos do período da análise, com a tendência de contínuo crescimento.

Eletrônica-Eletricidade e Procedimentos Industriais cresceram respectivamente 396,6% e 397,7% entre 1999 e 2008 e também tendem a se desenvolverem nos próximos anos. Comparado com os outros domínios analisados, Instrumentação e Farmacêutico-Biotecnologias foram os que menos cresceram no período da análise, embora apresentem um número expressivo de documentos de patentes associadas a eles, inclusive com um pico de depósitos chinês em Farmacêutico-Biotecnologias, em 2001, como

presenciado na Figura 4.2 e Apêndice A. O patenteamento destes domínios deverá crescer de maneira menos expressiva nos próximos anos, conforme sugere os dados do Apêndice A. No caso de Farmacêutico-Biotecnologias, deve-se considerar que a abrangência da expressão de busca adotada pode ter sido limitada, em relação aos termos de busca associados às ciências biológicas e da saúde, conforme apontado por Porter et al. [21].



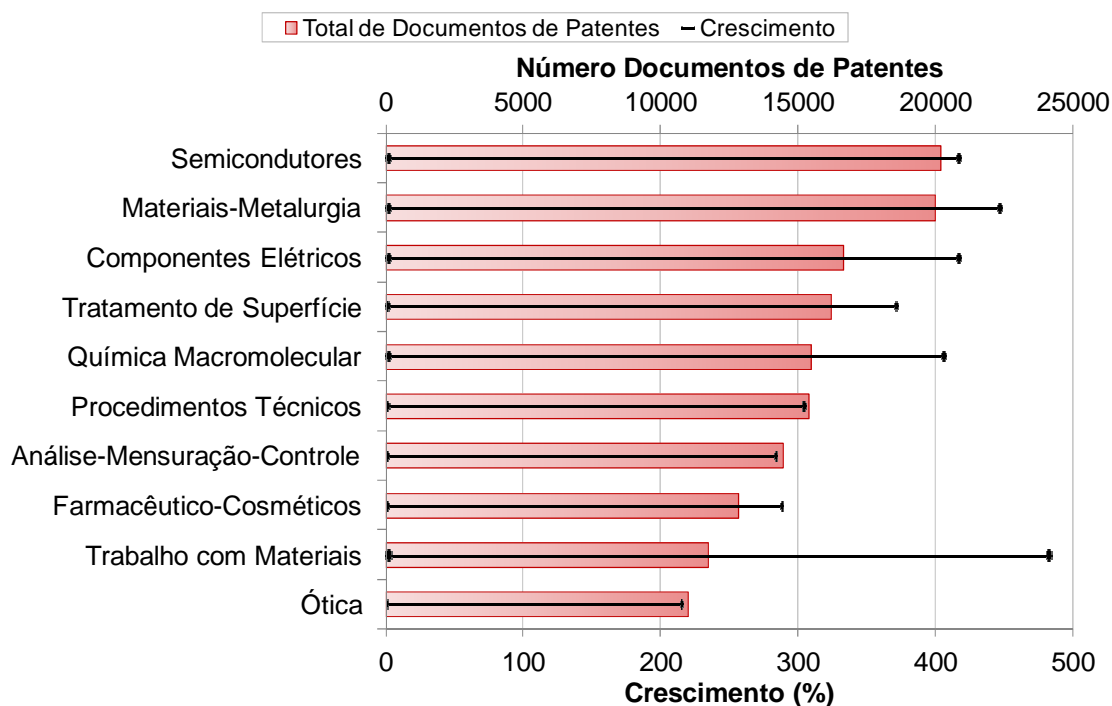
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.6 Total de documentos de patentes para os domínios tecnológicos associados à nanotecnologia e seu crescimento no período 1999-2008.

Os domínios tecnológicos Máquinas-Mecânica-Transporte e Consumo de Famílias e Construção Civil foram os que mais cresceram no período da análise, embora o total de documentos de patentes seja consideravelmente inferior aos demais domínios conforme Figura 4.6 e Apêndice A.

Em termos de subdomínios, Semicondutores e Materiais-Metalurgia são os que mais concentraram documentos de patentes em nanotecnologia no período 1999-2008 como verificado na Figura 4.7 e no detalhamento do Apêndice A. Entre os dez principais subdomínios tecnológicos, Trabalho com Materiais foi o que mais cresceu, sugerindo que um dos focos mundiais foram

tecnologias associadas a processamento. Materiais-Metalurgia e Semicondutores foram os mais avançados, depois de Trabalho com Materiais, o que mostra a relevância de invenções em nanomateriais e o envolvimento da eletrônica por meio de semicondutores. Adicionalmente, Componentes Elétricos também se mostra proeminente nos documentos de patentes em nanotecnologia, conforme Figura 4.7.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.7 Número de documentos de patentes e crescimento dos dez principais subdomínios tecnológicos associados à nanotecnologia no período 1999-2008.

Química Macromolecular e Tratamento de Superfície cresceram 408,4% e 373,7%, respectivamente, no período analisado e configuram como contextos relevantes para nanotecnologia. Neste mesmo contexto, encaixam-se os subdomínios de Procedimentos Técnicos, Análise-Mensuração-Controle, Farmacêutico-Cosméticos e Ótica.

Os subdomínios tecnológicos que mais cresceram no período de 1999 a 2008 foram Procedimentos Térmicos (1.065%), Construção Civil (790,5%), Motores-Bombas-Turbinas (785,7%) e Consumo de Famílias (666,7%), embora representem uma pequena parte sobre o total de documentos de patentes em

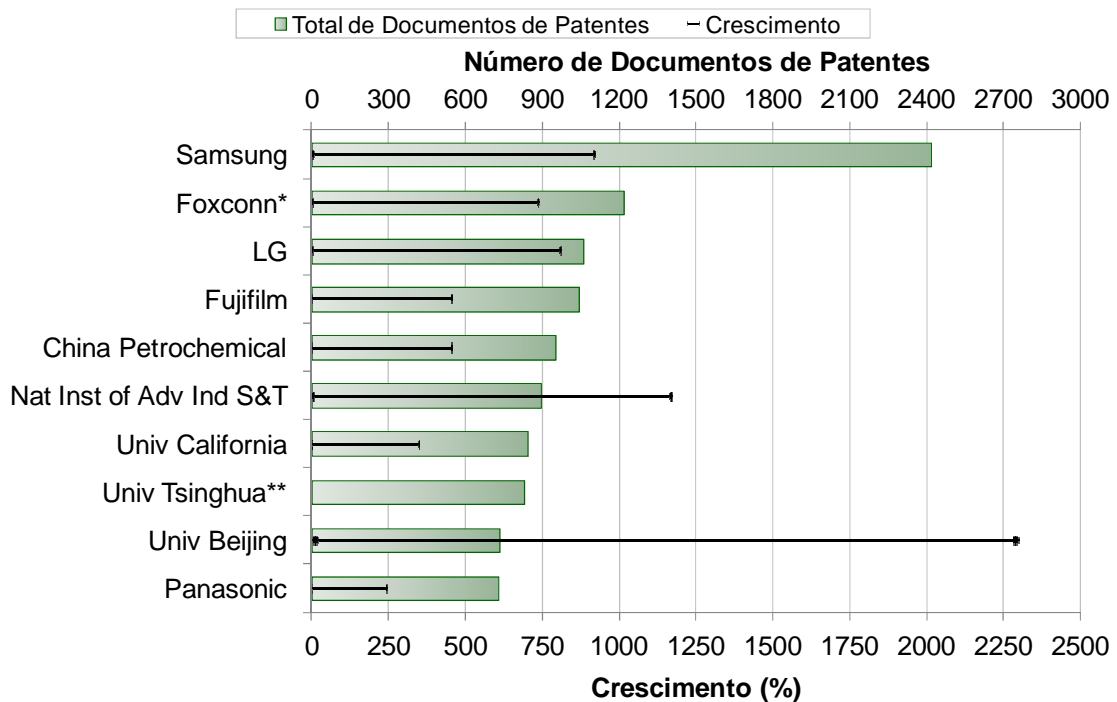
nanotecnologia (baixa proeminência), conforme Apêndice A. Adicionalmente, o aumento no patenteamento no subdomínio Consumo de Famílias é um indicativo do crescimento de produtos que atingem o público em geral. Química Orgânica, Audiovisual, Biotecnologia e Técnicas Nucleares foram os subdomínios que menos cresceram no período 1999-2008.

4.1.3 Principais titulares de documentos de patentes em nanotecnologia

Entre os dez principais titulares dos documentos de patentes em nanotecnologia recuperados no período de 1999 a 2008, seis são empresas, três são universidades e um é instituto de pesquisa, como mostra a Figura 4.8. Todas as empresas são asiáticas e atuam principalmente no setor de componentes elétricos, semicondutores e eletrônica, exceto a China Petrochemical Company, do setor petroquímico. Entre as universidades, duas são chinesas (Universidade de Tsinghua e Universidade de Beijing) e uma é americana (Universidade da Califórnia).

A coreana Samsung foi à empresa que mais apresentou documentos de patentes e a que mais cresceu (925,0%) em termos de patenteamento entre os titulares listados no período da análise. Do seu total de 2.417 documentos de patentes acumulados entre 1999-2008, 42,8% delas estão associadas ao subdomínio tecnológico de Semicondutores e 39,9% ao subdomínio de Componentes Elétricos.

O número de documentos de patentes da LG, também da Coreia do Sul, cresceu 815,4% no período analisado, ficando em segundo lugar entre as empresas do ranking da Figura 4.8. Os principais subdomínios tecnológicos explorados pela LG foram o de Componentes Elétricos, o de Ótica e o de Semicondutores, possuindo 28,0%, 23,1% e 22,1%, respectivamente, de seus documentos de patentes associados a estes subdomínios. A presença de duas empresas coreanas mostra que os coreanos estão envolvidos com o desenvolvimento nanotecnológico que, pelo menos em parte, está dentro do seu planejamento governamental e empresarial ^[3].



*O crescimento da Foxconn foi calculado a partir de 2002, ano em que foram encontrados registros de documentos de patentes em nanotecnologia desta empresa.

**O crescimento da Universidade de Tsinghua (China) foi 9.750% no período da análise, elevando de 2 1999 para 197 documentos de patentes em 2008. O dado não foi apresentado no gráfico por questão didática.

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.8 Principais titulares dos documentos de patentes em nanotecnologia de 1999 a 2008.

A taiwanesa Foxconn acumulou crescimento de 742,2% no número de documentos de patentes no período 1999-2008, como indica a Figura 4.8. Os subdomínios tecnológicos de Componentes Elétricos e Materiais-Metalurgia estão associados a 36,4% e 29,6%, respectivamente, do total de documentos da empresa. Adicionalmente, os pedidos de patentes da Foxconn em nanotecnologia iniciaram-se em 2002 e mostra um rápido da empresa no período analisado e, pelo menos em parte, ser consequência de mudanças de estratégias organizacionais devido à entrada da China na Organização Mundial do Comércio em 2000. Outro fator que pode ter influenciado o patenteamento da Foxconn foi o estabelecimento de parceria com a Universidade de Tsinghua, e a criação do Tsinghua-Foxconn Nanotechnology Research Center em 2004, dentro da universidade, gerando 376 documentos de patentes em cotitularidade, o que representa 30,9% do total de documentos da empresa.

A Panasonic foi a que teve menor crescimento no número de documentos de patentes em nanotecnologia no período analisado e considerando os demais titulares da Figura 4.8 (248,5%). Os principais subdomínios tecnológicos associados a estes documentos são Semicondutores e Componentes Elétricos, assim como observado para Samsung, LG e Foxconn.

Os documentos de patentes da japonesa Fujifilm estão atrelados principalmente aos subdomínios tecnológicos de Ótica (37,6%), Química Macromolecular (22,1%) e Análise-Mensuração-Controle (19,4%). No período entre 1999 e 2008, o número de documentos de patentes da Fujifilm cresceu 457,7%. O número de documentos de patentes da China Petrochemical Company aumentou em 458,3% no período 1999-2008 e os principais subdomínios associadas a estes documentos são Procedimentos Técnicos (54,0%), Química de Base (31,9%) e Materiais-Metalurgia (26,3%). Entre as empresas, a Fujifilm e a China Petrochemical apresentaram documentos de patentes associados a subdomínios tecnológicos que não são Semicondutores e Componentes Elétricos.

As universidades chinesas destacam-se entre os principais titulares. O número de documentos de patentes da Universidade de Tsinghua cresceu 9.750,0% e da Universidade de Beijing 2.300,0%, entre 1999 e 2008 (Figura 4.8), o que pode estar fortemente associado a mudanças estratégicas e reestruturação de institutos de ciência e tecnologia na China ^[3], alterações no sistema internacional de patentes e seu ingresso na Organização Mundial do Comércio ^[101,102]. Os subdomínios tecnológicos proeminentes dos documentos de patente da Universidade de Tsinghua são os de Materiais-Metalurgia (37,9% do seu total) e Componentes Elétricos (29,0%). No caso da universidade da capital chinesa, o principal subdomínio é Materiais-Metalurgia, com 36,8% de documentos de patentes relacionados a ele. A presença do subdomínio de Materiais-Metalurgia sugere que o desenvolvimento tecnológico esteja voltado para nanomateriais, porém uma análise mais aprofundada faz-se necessária.

A Universidade da Califórnia apresenta documentos de patente principalmente no subdomínio de Semicondutores (26,8% do seu total), que se deve, pelo menos em parte, devido ao Vale do Silício nos EUA. No entanto, a universidade americana possui um portfólio bastante diversificado, com 22,9%

documentos de patentes em Tratamento de Superfície, 22,0% em Análise-Mensuração-Control, 21,7% em Biotecnologia, 14,6% em Farmacêuticos-Cosméticos, 14,2% em Componentes Elétricos e 12,5% em Materiais-Metalurgia. Entre os titulares mostrados na Figura 4.8, a Universidade da Califórnia foi a que apresentou menor crescimento do número de documentos de patentes no período 1999-2008 (aumento de 354,2%).

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Indústria Avançada japonês é o terceiro titular que mais cresceu em termos de número de documentos de patentes no período da análise (1.175%), conforme Figura 4.8. Esse crescimento pode estar relacionado com as estratégias do Japão quanto a políticas de incentivo a pesquisa e desenvolvimento da nanotecnologia, tomando a educação, a ciência e a tecnologia como alvos centrais ^[3]. O subdomínio Materiais-Metalurgia é o mais proeminente para o instituto, com 38,9% dos documentos de patente associados a ele.

Entre os titulares listados na Figura 4.8, pode-se verificar que alguns titulares possuem maiores quantidades de documentos de patentes em cotitularidade ou número de cotitulares distintos, como mostra a Tabela 4.1.

As universidades chinesas, principalmente a de Tsinghua, compartilharam boa parte de seus documentos de patentes com outras organizações, tanto empresarial quanto não empresarial. No caso específico da Universidade de Tsinhua, sua principal parceira é a Foxconn, com 376 documentos de patentes em cotitularidade. Neste contexto, o instituto de ciência e tecnologia japonês e a universidade americana também compartilham boa parte de seus documentos de patentes com outras organizações. Esse compartilhamento pode estar atrelado ao caráter emergente da nanotecnologia, que depende de conteúdo científico de base, normalmente desenvolvido em universidades e institutos de pesquisa.

Contudo, verifica-se concentração de desenvolvimento de nanotecnologias das universidades chinesas com poucos cotitularidades, o que pode estar relacionado a um sistema de inovação de baixa maturidade devido à concentração alcance do desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, a universidade americana e o instituto de pesquisa japonês possuem vários parceiros distintos, o que indicaria interação com mais empresas e outras

organizações e, portanto, maior amadurecimento do sistema de inovação em nanotecnologia.

Tabela 4.1 Porcentagem de documentos de patentes compartilhados e número de parceiros para os dez principais titulares em nanotecnologia.

Titular	Total de doc. de patente	% doc. de pat. em cotitularidade	N. de cotitulares distintos
Samsung	2417	8,3	76
Foxconn	1215	32,9	14
LG	1059	4,6	31
Fujifilm	1044	3,4	14
China Petrochemical Co	953	27,6	25
Nat Inst of Advanced Industrial S&T	895	29,8	137
Univ California	840	17,1	80
Univ Tsinghua	831	49,9	25
Univ Beijing	733	24,1	26
Panasonic	730	10,5	38

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

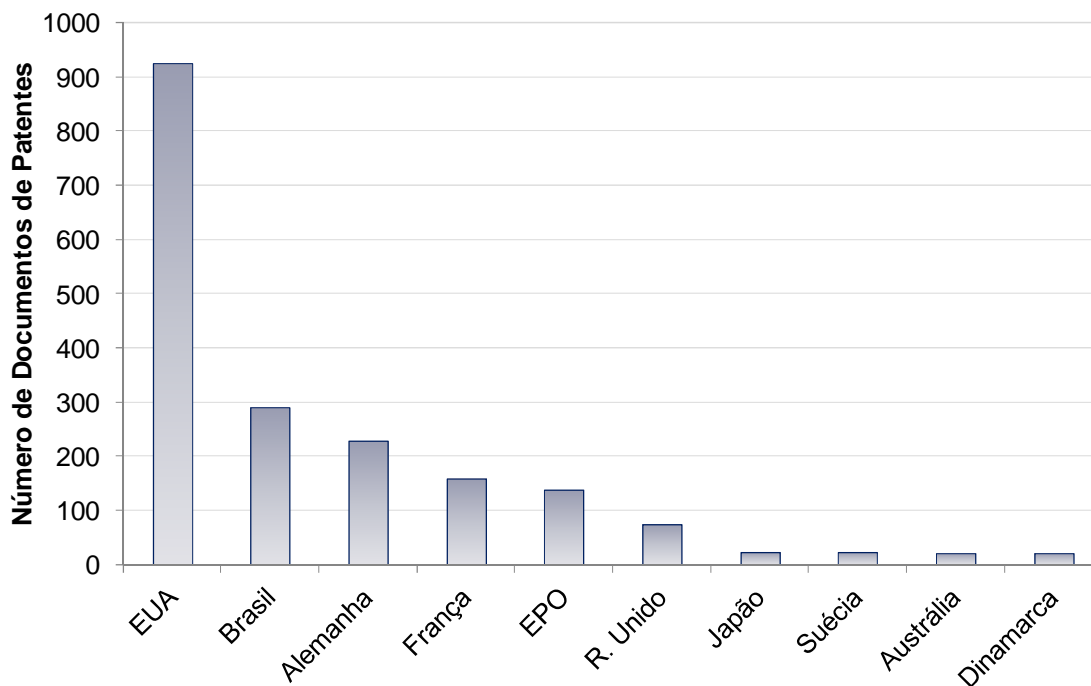
No caso das empresas, pode-se verificar menor compartilhamento de patentes com outras organizações, exceto a China Petrochemical Co e a Foxconn. Considerando as empresas coreanas e japonesas, menor número de patente foi depositado em conjunto com outras organizações, porém o número de parceiros é maior, o que pode estar associado a um sistema de inovação mais maduro e eficiente, e a menor dependência da empresa da universidade. No caso da Foxconn e China Petrochemical Co, o número de documentos de patentes em cotitularidade é maior do que o apresentado pelas outras empresas e corrobora com um sistema de inovação chinês e taiwanês menos maduro. Embora haja tais considerações, um estudo mais aprofundado faz-se necessário para compreender a dinâmica de desenvolvimento de nanotecnologias em cada país, setor industrial ou para cada empresa.

4.1.4 Situação e perspectivas do patenteamento em nanotecnologia no Brasil

Em relação ao mundo, a participação do Brasil nos pedidos de patentes em nanotecnologia foi de apenas 1,7%. Esse pequeno número de depósitos no Brasil sugere que as empresas de interesse econômico mundial, principalmente de não residentes, provavelmente consideram o segmento brasileiro de mercado de baixa capacidade de geração de novas tecnologias em nanotecnologia, significando pouca ameaça aos negócios, e/ou ainda pouco atrativo. A Figura 4.9 apresenta os dez principais países de origem dos depósitos de patentes em nanotecnologia no Brasil. Os EUA foi o país que mais realizou depósitos no território brasileiro, que ocupou o segundo lugar. Alguns países da Europa, Japão e Austrália seguem na lista do levantamento elaborado.

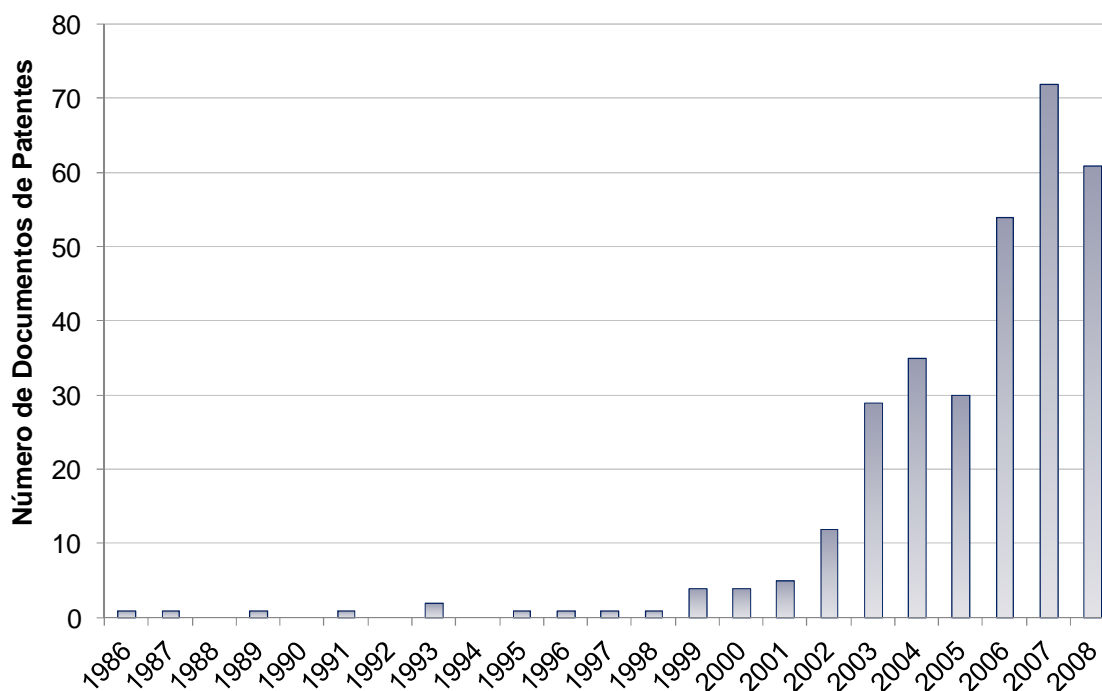
Entre 1986 e 1998, o Brasil depositou apenas 10 documentos de patentes em nanotecnologia, conforme Figura 4.10, um valor pequeno frente ao registrado mundialmente no mesmo período, como mostrado nas Figuras 4.1 e 4.2. Esse fato pode estar associado à baixa dinâmica do desenvolvimento tecnológico no país, com pouca proteção de tecnologias mediante o sistema de patentes. Apesar dessa baixa dinâmica de patenteamento, houve crescimento expressivo a partir de 2002, particularmente em 2008, quando houve incremento de 1.425% no número de documentos obtidos em relação a 1999. Pelo menos em parte, este crescimento pode ser reflexo dos programas de fomento e incentivos financeiros à nanotecnologia adotados pelo CNPq a partir de 2001, e no Programa Plurianual do triênio 2000-2003 do governo brasileiro. Outro aspecto que pode ter contribuído para o avanço no patenteamento foi a Lei da Inovação de 2004, na qual define o papel de instituições de ciência e tecnologia para o desenvolvimento social.

A queda no número de depósitos em 2008 pode ser efetiva ou, pelo menos parcialmente, devido ao atraso de indexação de documentos de patentes brasileiras pela base de dados utilizada no estudo. Até 2008, foram encontrados 316 documentos de patentes associadas à nanotecnologia de origem brasileira, sendo 96,8% apenas no período 1999-2008.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.9 Origem dos documentos de patentes em nanotecnologia depositados no Brasil no período 1999-2008.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

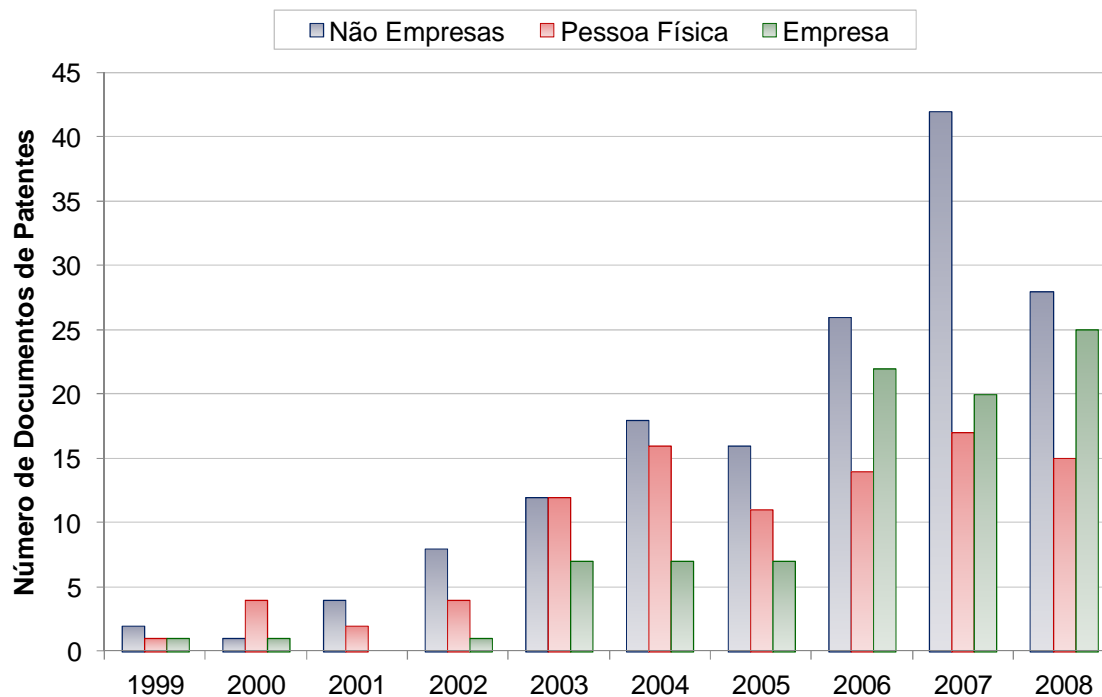
Figura 4.10 Evolução do patenteamento em nanotecnologia com prioridade no Brasil.

Num total de 245 titulares distintos obtidos para o período 1999-2008, 60,0% são pessoas físicas, 23,7% são empresas e 16,3% são organizações não empresariais (sendo 9,0% universidades, 6,1% centros ou institutos de pesquisa e 1,2% agências de fomento). O número de depósitos de documentos de patentes de empresas cresceu 2.400% e o de não empresas 1.300% no período 1999-2008, conforme mostrado na Figura 4.11. Se for considerado os dados até o ano 2007, o crescimento de depósitos de organizações não empresariais foi de 2.000% e de empresas 1.900%, o que sugere o envolvimento dos dois tipos de titulares no desenvolvimento de nanotecnologias no Brasil.

Do total de 306 documentos de patentes do período de 1999 a 2008, organizações não empresariais estão envolvidas com 51,3% dos depósitos, empresas em 29,7% e pessoas física em 31,4%, o que mostra a relevância de universidades, institutos e centros de pesquisa para o desenvolvimento nanotecnológico no Brasil, do mesmo modo que em outros países.

Contrudo, Apenas 5,9% dos documentos de patentes foram depositadas em cotitularidade entre empresas e organizações não empresariais no Brasil durante o período analisado, sugerindo baixa interação entre organizações público e privado no contexto da nanotecnologia. Esse resultado mostra a baixa interação entre empresa-universidade, dentro do paradigma da hélice tríplice, o que pode comprometer o desenvolvimento de nanotecnologias no país. Além disso, a baixa cooperação pode ser fruto do maior incentivo a pesquisas em universidades e da cultura acadêmica que não costuma proteger a propriedade intelectual resultante de suas pesquisas, contribuindo para uma menor oferta em produtos nanotecnológicos no mercado.

A Universidade Estadual de Campinas, a Comissão Nacional de Energia Nuclear e a Universidade Federal de Minas Gerais lideram os depósitos de documentos de patentes em nanotecnologia no Brasil, conforme Figura 4.12. As universidades destacadas também estão listadas entre as que mais publicam artigos científicos e concentram grupos de pesquisas voltadas para temática de nanotecnologia, principalmente USP e Unicamp ^[2].



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.11 Evolução do patenteamento em nanotecnologia para os tipos de titulares para o período 1999-2008.

Do total de 20 titulares da Figura 4.12, apenas sete (35,0%) são empresas e se enquadram nos setores brasileiros estratégicos para aplicação de nanotecnologia: energia, químico e farmacêutico, ficando de fora apenas o agroindustrial [2]. A Petrobras²⁶ atua na área de energia e petróleo e a Braskem²⁷ atua no setor químico, sendo uma das empresas que recebeu subvenção econômica entre 2007 e 2008 dentro do Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para Nanotecnologia [9]. O Ache Laboratórios Farmacêuticos e a Biolab Sanus Farmacêutico²⁸ atuam no setor farmacêutico e cosméticos. A Nanox²⁹, que também recebeu subvenções econômicas [9], é uma empresa voltada para área de materiais antibacterianos. A Oxiteno³⁰ é uma das empresas do Grupo Ultra e atua na área de materiais com produtos voltados para aplicações em cosméticos, embalagens, tintas e vernizes. A Ibra

²⁶ Informações obtidas no site oficial da Petrobras [103].

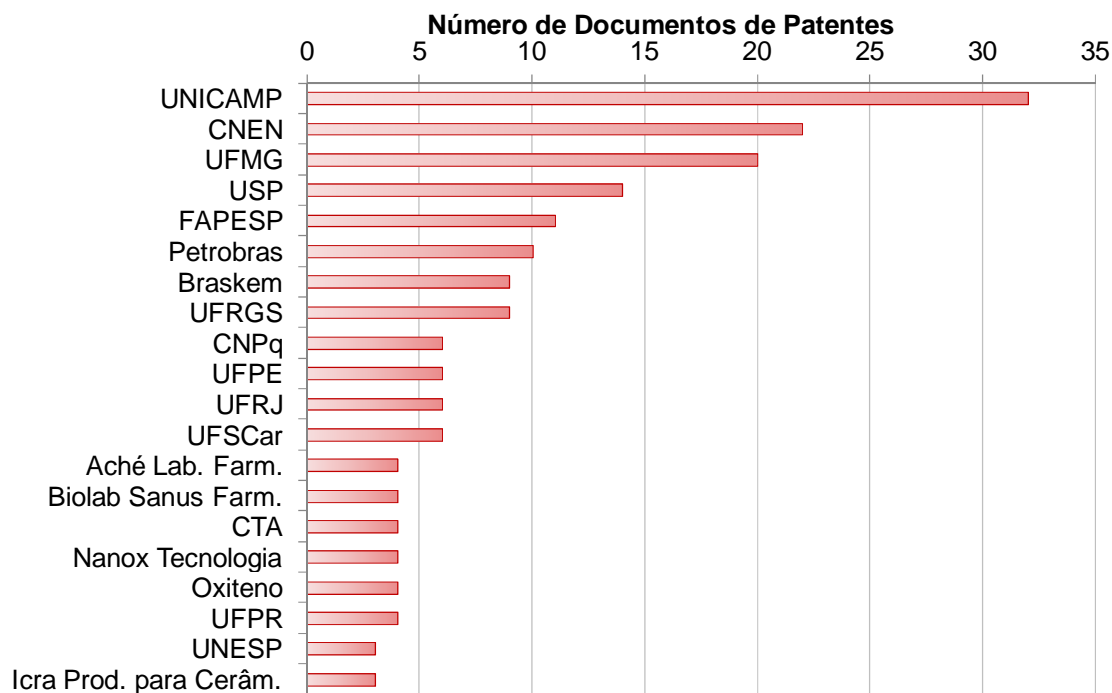
²⁷ Informações obtidas no site oficial da Braskem [104].

²⁸ Informações obtidas nos sites oficiais do Ache Laboratórios Farmacêuticos [105] e Biolab Sanus Farmacêutica [106].

²⁹ Informações obtidas no site oficial da Nanox [107].

³⁰ Informações obtidas no site oficial da Oxiteno [108].

Produtos para Cerâmica³¹ é uma indústria química produtos voltados para aplicações em cerâmicas, destacando-se corantes. Adicionalmente, a Fapesp e o CNPq, entidades governamentais de fomento de pesquisa, também estão entre os principais titulares.



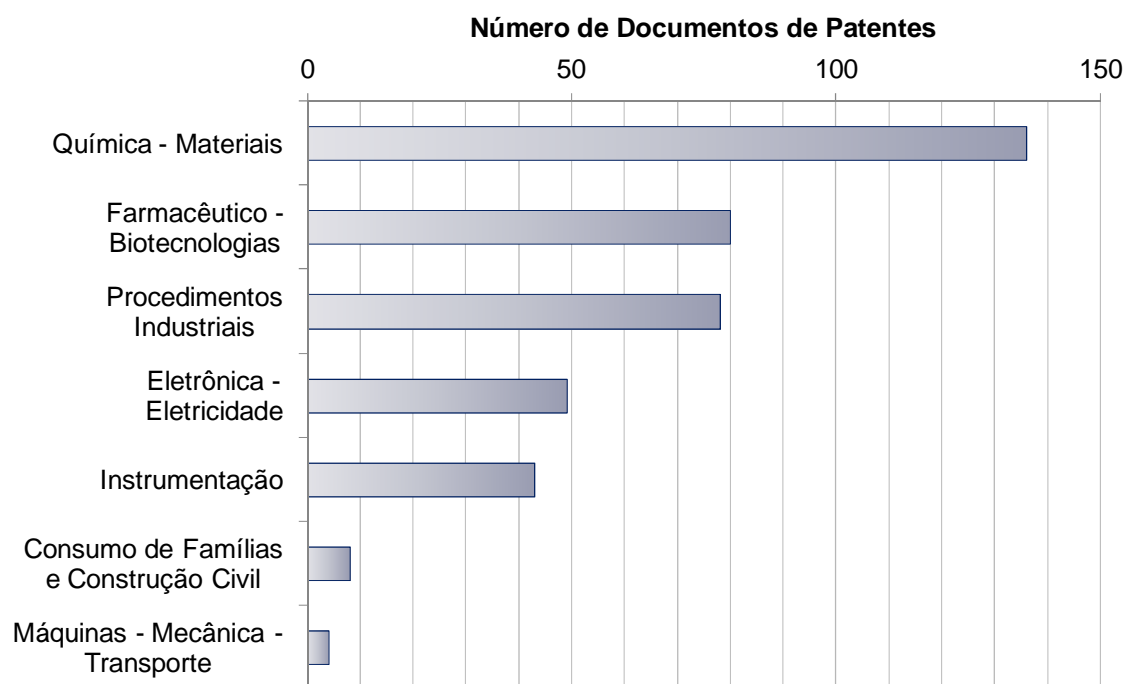
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.12 Principais titulares de documentos de patentes em nanotecnologia no Brasil no período 1999-2008.

Os depósitos brasileiros em nanotecnologia no período 1999 a 2008 estão associados a todos os domínios tecnológico, mostrando o envolvimento dos diferentes campos de fabricação e aplicação como resultado de pesquisa no Brasil. O domínio de Química-Materiais está associado a 44,4% das documentos de patentes brasileiras, conforme Figura 4.13, seguindo a tendência mundial de documentos de patentes em nanotecnologia. Esse forte predomínio da área de química e materiais pode ser reflexo da existência de fortes grupos de pesquisa em universidades e de empresas nestas áreas. Um fato diferenciado dos depósitos brasileiros em relação às tendências mundiais é o envolvimento de 26,1% das documentos de patentes ao domínio

³¹ Informações obtidas no site oficial da Ibra Produtos para Cerâmica ^[109].

Farmacêutico-Biotecnologias (Figura 4.6). Esse resultado é influenciado provavelmente pela participação da UFMG, Unicamp, UFRGS, que configuram entre os maiores titulares deste domínio, e pela grande quantidade de micro, pequena e médias empresas em biotecnologias no Brasil.

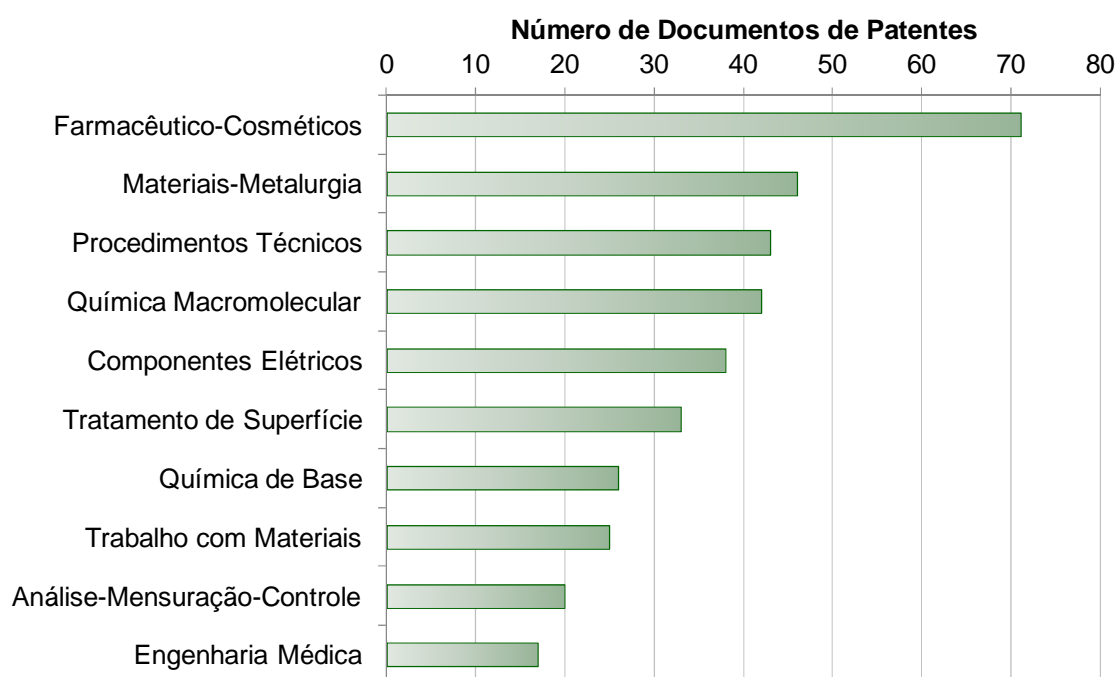


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.13 Número de documentos de patentes associados aos domínios tecnológicos em nanotecnologia depositados por brasileiros no período 1999-2008.

Os domínios Procedimentos Industriais e Eletrônica-Eletricidade correspondem a 25,5% e 16,0% dos depósitos de documentos de patentes brasileiros, respectivamente, no período 1999-2008. Vale ressaltar que o patenteamento mundial abrangeu consideravelmente o domínio Eletrônica-Eletricidade (31,0%), o que não ocorreu no Brasil. Esse resultado é provável reflexo da baixa atuação do Brasil em semicondutores e microeletrônica. Adicionalmente, Instrumentação está associada a 14,1% das documentos de patentes e Consumo de Famílias e Máquinas-Mecânica-Transporte possuem poucas documentos de patentes no Brasil associadas aos mesmos no período da análise.

Em termos de subdomínios, os depósitos brasileiros em nanotecnologia no período 1999-2008 estão associados a 25 dos 30 subdomínios formulados pela OST ^[92]. Farmacêuticos-Cosméticos é o principal subdomínio para os depósitos de documentos de patentes brasileiros, como apresentado pela Figura 4.14 e no Apêndice A. O crescimento no período analisado para este subdomínio foi de 800%, com aplicações principalmente para formulações de cosméticos, medicamentos e outras preparações voltadas para cuidados com a saúde. Adicionalmente, embora esteja entre os dez principais subdomínios brasileiros em nanotecnologia, Farmacêuticos-Cosméticos possui menor proeminência nos depósitos mundiais em relação a outro subdomínios.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.14 Principais subdomínios tecnológicos associados a documentos de patentes brasileiras em nanotecnologia no período 1999-2008.

Materiais-Metalurgia é um subdomínio associado a 15,0% dos depósitos de documentos de patentes do Brasil no período analisado, e começou a desenvolver-se recentemente, como mostrado no Apêndice A. No contexto de química e materiais, o subdomínio Química Macromolecular também se mostrou proeminente no Brasil, com 13,7% das documentos de

patentes associadas ao mesmo, indicando a relevância dos materiais poliméricos no país.

O subdomínio Procedimentos Técnicos abrangeu 14,1% dos depósitos brasileiros e apresentou crescimento de 700% entre 1999-2008. Componentes Elétricos representou 12,4% das patentes, enquanto que Tratamento de Superfície está associou-se a 10,8% dos depósitos. Os depósitos mundiais se mostraram mais proeminentes nestes subdomínios do que no contexto brasileiro em nanotecnologia no mesmo período.

Química de Base e Trabalho com Materiais representam, respectivamente, 8,5% e 8,2% dos depósitos brasileiros, enquanto que Análise-Mensuração-Control e Engenharia Médica estão associadas a 6,5% e 5,6%, respectivamente. Engenharia Médica e Química de Base não aparecem entre os principais subdomínios para depósitos em nanotecnologia mundial, como mostra a Figura 4.7. Os demais subdomínios apresentaram proeminência inferior a 5,0%, como apresenta o Apêndice A.

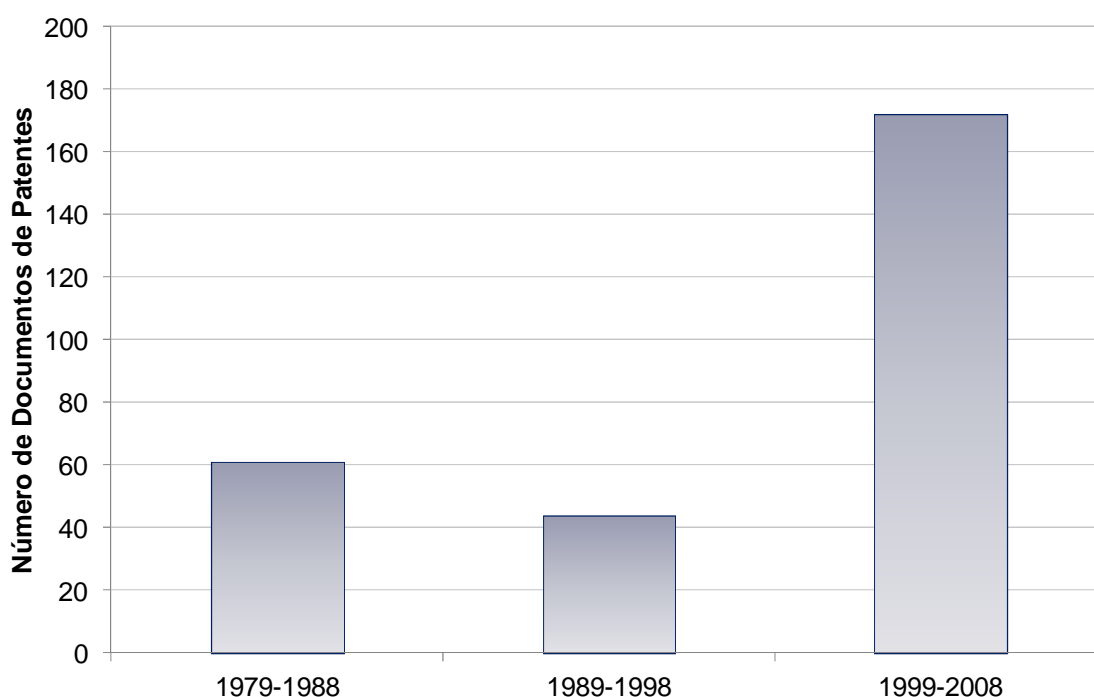
4.2 Indicadores tecnológicos em nanocelulose

4.2.1 Evolução do patenteamento mundial em nanocelulose

O patenteamento associado à nanocelulose na década 1999-2008 abrangeu 62,1% do total de documentos obtidos no período analisado (1979-2008), representando um expressivo aumento em relação às décadas anteriores, de 1979-1988 e 1989-1998, que tiveram patenteamento em patamares similares, conforme Figura 4.15. Esse aumento considerável no número de depósitos entre 1999 e 2008 pode ser, pelo menos em parte, resultado de políticas mundiais de investimentos em programas para desenvolvimento de nanociência e nanotecnologia, principalmente em nanomateriais.

O número de documentos de patentes pertencentes ao quinquênio 2004-2008 representa 45,1% do total de documentos obtidos e sugere envolvimento recente no desenvolvimento de tecnologias de celulose em

escala nanométrica, como pode ser verificado na Figura 4.16. Contudo, neste mesmo quinquênio, há queda de relevância do patenteamento em nanocelulose em relação ao total de documentos em nanotecnologia geral, conforme também apresentado pela Figura 4.16. Possivelmente, esse resultado está associado ao surgimento de outros importantes nanomateriais, como fulerenos e nanotubos de carbono, e ao desenvolvimento de outras áreas da nanotecnologia, como instrumentação, caracterização e processamento.

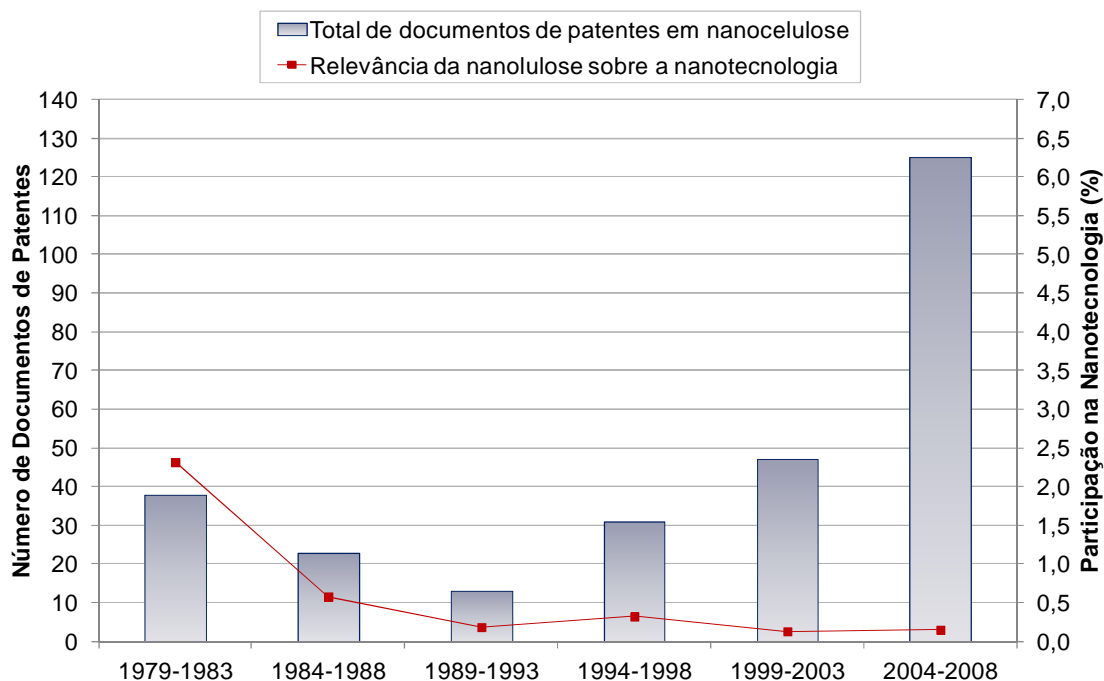


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.15 Patenteamento mundial em nanocelulose entre 1979 e 2008 subdividido em períodos de dez anos.

Nos quinquênios iniciais verificou-se queda no patenteamento em nanocelulose, atingindo um valor mínimo em 1989-1993, seguido de crescimento do número de documentos de patentes a partir do período 1994-1998, conforme Figura 4.16. Nos anos 1982, 1983, 1984 e 1985 foram verificados picos de número de documentos, como destacado na Figura 4.17. Esses picos devem-se principalmente ao número de depósitos de uma única empresa chamada Daicel Chemical Industries, de origem japonesa, conforme Apêndice B. Esse comportamento pode ser consequência, pelo menos em

parte, do estabelecimento do Centro de Pesquisa em Celulose da empresa no ano de 1980³².

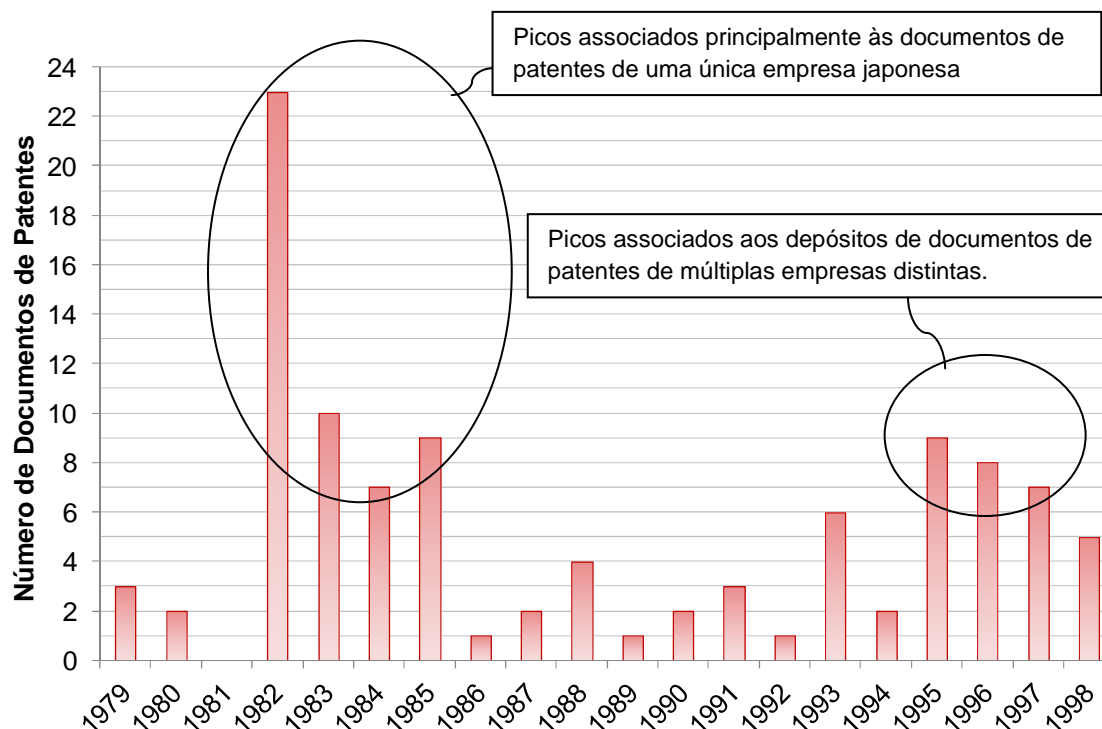


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.16 Documentos de patentes em nanocelulose e sua participação no patenteamento em nanotecnologia no período de 1979 a 2008.

Entre os anos 1995 a 1997 verificam-se mais picos de depósitos, porém sem concentração de documentos de patentes de uma única empresa, com a presença de atores distintos tendo pequena quantidade de documentos cada um, e que, juntos, representaram número expressivo, de acordo com o Apêndice B. Essa dispersão do patenteamento por várias empresas detentoras de poucos documentos de patentes, sem a predominância de uma ou de algumas, parece indicar o estágio emergente de exploração de novas tecnologias associadas à nanocelulose.

³² Informações foram obtidas no site da Daicel Chemical Industries ^[110].

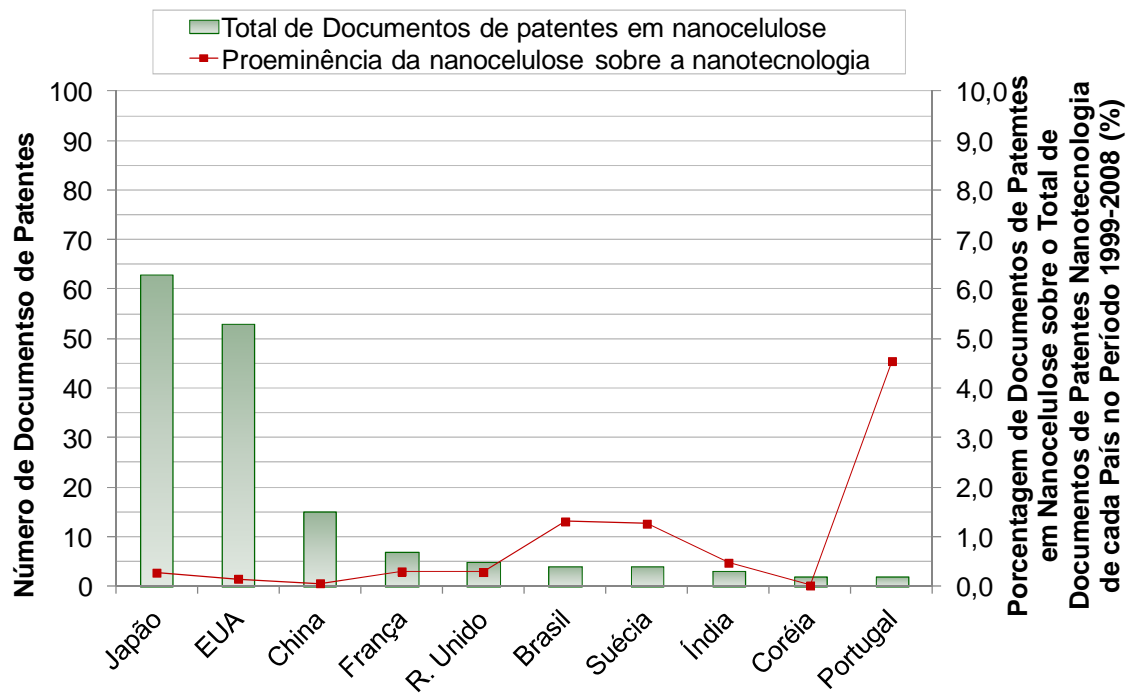


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.17 Detalhe do patenteamento em nanocelulose no período de 1979 a 1998.

4.2.2 Principais países em documentos de patentes de nanocelulose

Dentre os principais países detentores de documentos de patentes em nanocelulose no período de 1999 a 2008, mostrados na Figura 4.18, quatro estão entre os maiores produtores de celulose no mundo, EUA, China, Brasil, Suécia e Japão, e outros destinam parte de seu território à produção de celulose, como Portugal e Índia ^[12]. Japão e EUA são os maiores patenteadores em nanocelulose possuindo 36,6% e 30,8%, respectivamente, do total de documentos do período. No entanto, os números de documentos de patentes em nanocelulose desses dois países correspondem apenas a 0,27% e 0,15%, respectivamente, do total encontrado em nanotecnologia para cada um, o que indica uma grande variedade de nanotecnologias ou maior concentração de esforços para o desenvolvimento de outros nanomateriais.



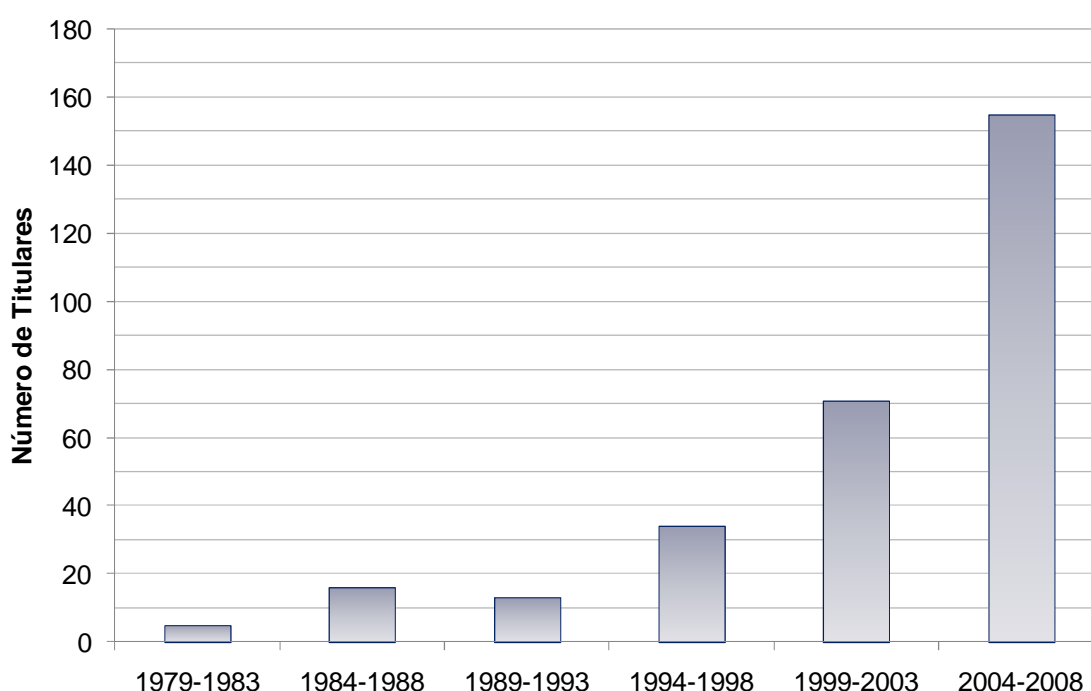
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.18 Número de documentos de patentes e relevância da nanocelulose para cada país no período 1999-2008.

A China possui 8,7% dos documentos de patentes em nanocelulose, embora a relevância deste nanomaterial frente ao total de documentos de patentes chineses em nanotecnologia geral seja baixa (0,06%). Além disso, os depósitos chineses em nanocelulose ocorreram de forma esporádica, o que sugere que a China esteja interessada em outros nanomateriais e nanotecnologias, conforme Apêndice B. Os demais países analisados apresentaram poucos documentos de patentes que aparecem em caráter esporádico no período 1979-2008, exceto a França que patenteou periodicamente entre 1994-2005 (menos no ano 2003), conforme Apêndice B. Adicionalmente, para Brasil, Suécia e Portugal, a porcentagem de documentos de patentes em nanocelulose em relação à nanotecnologia geral é mais significativa do que para os demais países, como mostra a Figura 4.18.

4.2.3 Titulares dos documentos de patentes em nanocelulose

O número de titulares dos documentos de patentes em nanocelulose aumentou a partir de 1994-1998, e, em 2004-2008, atingiu 155 atores distintos (contando organizações empresariais, não empresariais e pessoas físicas), conforme Figura 4.19. Esse crescimento ocorreu tanto em relação a empresas, como a organizações não empresariais e pessoas físicas, conforme Figura 4.20.

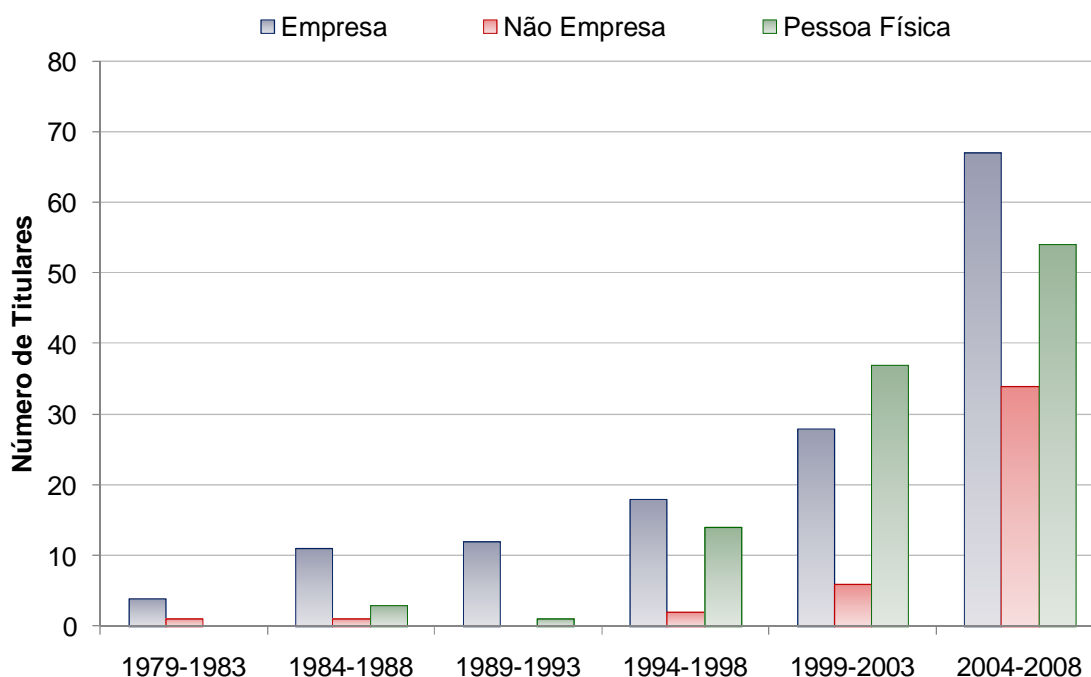


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.19 Número de titulares em documentos de patentes de nanocelulose em função do tempo.

A taxa média de crescimento do número de empresas com documentos de patentes em nanocelulose nos quinquênios foi de 85,6%, havendo destaque para o último quinquênio (2004-2008), em que o aumento foi de 139,3% em relação ao número de empresas de 1999-2003. O número de organizações não empresariais cresceu expressivamente entre os titulares a partir do período 1999-2003, no qual houve crescimento de 200,0% em relação a 1994-1998. No último quinquênio, o número de titulares não empresariais cresceu 466,7%,

mostrando o aumento da participação de instituições de ciência e tecnologia no desenvolvimento de tecnologias em celulose nanométrica.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

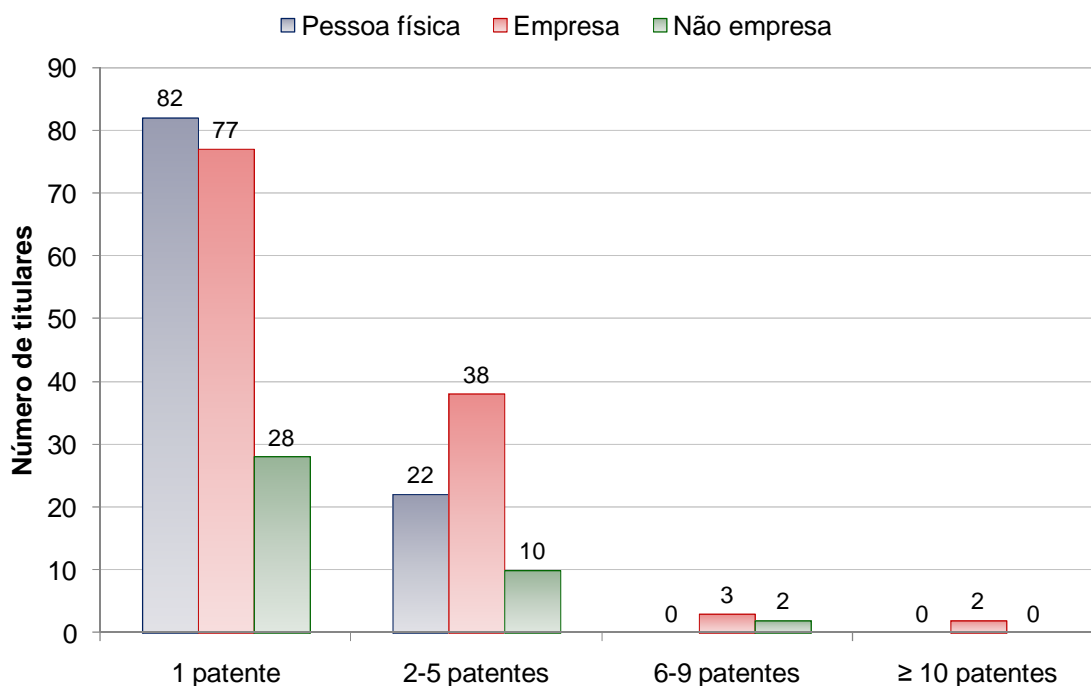
OBS.: Não empresa refere-se a universidades, institutos de pesquisa, órgãos governamentais ou agências de fomento. A maioria são universidades.

Figura 4.20 Tipo Número de documentos de patentes associado ao tipo de titular em função do tempo.

Apenas 4,7% do total de documentos de patentes do período 1979-2008 foram depositadas por empresas em cotitularidade com organizações não empresariais. Apesar disso, a colaboração ocorreu de maneira mais expressiva a partir de 2006, sugerindo que possivelmente o relacionamento entre organizações empresariais e não empresariais continuará e eventualmente aumentar. Adicionalmente, foram encontrados apenas 24 documentos de patentes depositadas exclusivamente por pessoas físicas no período 1979-2008, o que corresponde a 8,7% do total de documentos de patentes deste período.

No período 1979-2008, 70,8% dos titulares detêm apenas um documento de patente, 26,5% possuem entre 2 e 5 documentos, 1,9% entre 6 e 9 documentos e 0,8% com 10 ou mais documentos de patentes, como mostra

a Figura 4.21. Entre os titulares do grupo 1 patente, 43,9% são pessoas físicas, 41,2% são empresas e 15,0% são entidades não empresariais. Para titulares com 2 a 5 patentes, 54,3% são empresas, 31,4% são pessoas físicas e 14,3% pertencem ao grupo de não empresas.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

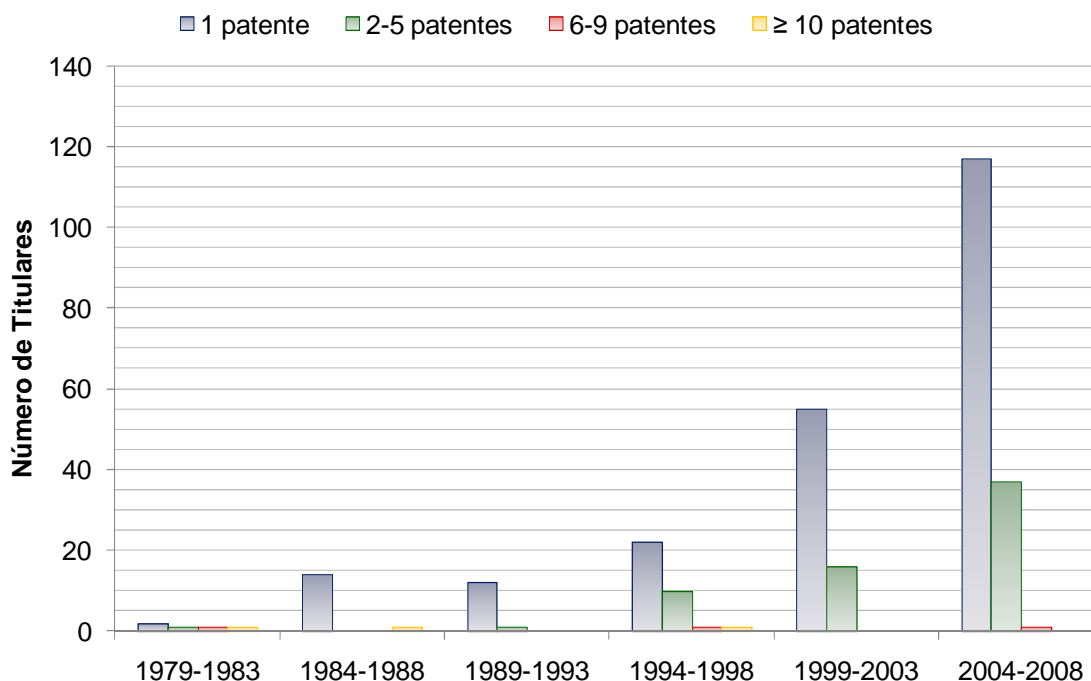
Figura 4.21 Número e tipo de titulares e o número de documentos de patentes em nanocelulose depositadas no período 1979-2008.

Três empresas e duas organizações não empresariais compõem o grupo de titulares 6-9 patentes: a francesa Rhonê-Poulenc (que já não existe³³), a japonesa Asahi Chemical Industries, a americana International Telephone & Telegraph (hoje chamada ITT Corporation³⁴), o Instituto de Química Guangzhou chinês e a Universidade de Kyoto do Japão. Os quatro primeiros titulares com sete e o último seis documentos de patentes. As duas empresas que possuem 10 ou mais documentos de patentes são a japonesa Daicel Chemical Industries e a francesa Rhodia, com 46 e 11 documentos de patentes, respectivamente.

³³ A Rhonê-Poulenc fundiu-se com alemã Hoechst Aktiengesellschaft em 1999 com o objetivo de criar a empresa farmacêutica Aventis ^[111].

³⁴ Até 1983 a empresa foi chamada de International Telephone & Telegraph e atuou em vários segmentos de mercado até a dissolução de seu conglomerado em 1995 ^[112].

No período 1979-2008 houve crescimento expressivo no número de titulares com apenas uma patente, conforme Figura 4.22. Houve crescimento do número de titulares do grupo 2-5 patentes a partir do quinquênio 1994-1998. Os demais grupos apareceram esporadicamente no período da análise. A Universidade de Kyoto merece destaque por ter seus seis documentos de patentes no período 2004-2008.



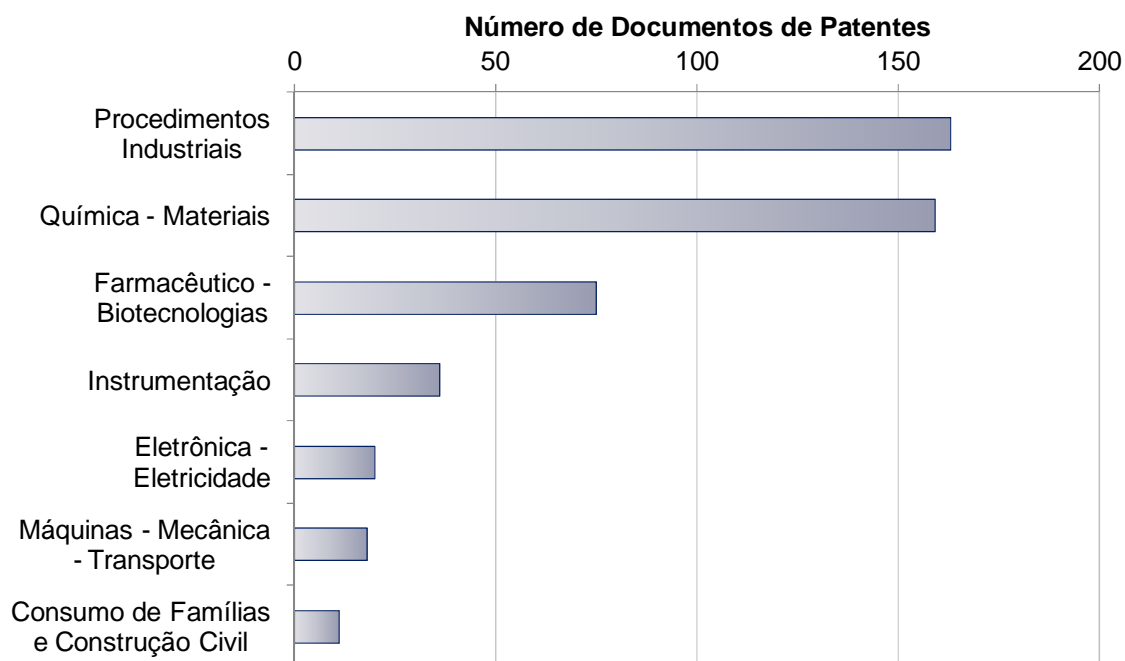
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.22 Número de titulares com quantidades distintas de documentos de patentes em nanocelulose em função do tempo.

Nenhuma organização empresarial ou não empresarial destaca-se em todo período analisado como concentradora de tecnologias em nanocelulose, conforme Figura 4.22. Embora a Daicel Chemical Industries tenha depositado um grande número de documentos de patentes (46), verificou-se queda do seu patenteamento em nanocelulose, conforme Apêndice B. Além disso, como há grande quantidade de titulares, em grande parte organizações não empresariais, pode-se sinalizar a emergência tecnológica e a pouca ou inexistente concentração de mercados relacionados a este nanomaterial, sem haver destaque para um ator específico. Outra possibilidade seria o desinteresse de empresas sobre o nanomaterial, embora suas propriedades .

4.2.4 Domínios e subdomínios tecnológicos associados ao patenteamento em nanocelulose e as principais aplicações das tecnologias

O patenteamento em nanocelulose se mostrou associado a todos os sete domínios tecnológicos conforme categorizados pela OST ^[92], como mostra a Figura 4.23. Entre os domínios tecnológicos, destacam-se os Procedimentos Industriais e a Química-Materiais, por estarem envolvidos respectivamente com 58,8% e 57,4% dos depósitos do período 1979-2008. O domínio Farmacêutico-Biotecnologias também se mostra proeminente, abrangendo 27,1% dos documentos de patentes, seguido do domínio Instrumentação, que envolve 13,0% dos depósitos, enquanto que os demais domínios englobaram menos de 10% das patentes.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.23 Domínios tecnológicos associados ao patenteamento em nanocelulose no período de 1979 a 2008.

O patenteamento em nanocelulose, além de abranger todos os sete domínios tecnológicos, englobou 26 subdomínios tecnológicos, conforme Tabela 4.2 e Apêndice B, no qual também foram detalhados os principais assuntos tecnológicos codificados na Classificação Internacional de Patentes (CIP) de cada subdomínio. Esse resultado representa uma forte interdisciplinaridade e potencial diversidade de aplicações das tecnologias associadas a esse nanomaterial.

O progresso tecnológico foi observado pelo aumento ao longo dos anos do número de subdomínios tecnológicos aos quais os documentos de patentes em nanocelulose estão associados (quando se compara, por exemplo, os períodos 1979-1988 e 1999-2008 na Tabela 4.2). Os subdomínios Trabalho com Materiais e Química Macromolecular mostram-se os mais relevantes para nanocelulose, estando associados a 50,2% e 40,1% das documentos de patentes, conforme Tabela 4.2 e Apêndice B. Do período 1979-1988 para 1999-2008, verifica-se crescimento de 360% no patenteamento em Trabalho com Materiais e 406% em Química Macromolecular. O avanço abrange assuntos tecnológicos relacionados tanto a processos, como composições e aplicações da nanocelulose.

No caso de Trabalho com Materiais, os principais assuntos dos documentos de patentes foram composições de polpa de celulose, sua preparação, impregnação ou tratamento em papel, elaboração e processos em gerais e produção de celulose, o que sugere principalmente processamento da nanocelulose. Para Química Macromolecular, os assuntos envolveram composições macromoleculares e polissacarídeos, que caracteriza a celulose; o emprego de substâncias inorgânicas e orgânicas não macromoleculares, e composições de revestimento.

O subdomínio Tratamento de Superfície está relacionado a 17,3% dos documentos de patentes em nanocelulose e, de acordo com os resultados do Apêndice B, os assuntos deste caso abrangeram principalmente produtos em camadas e suas aplicações. O número de documentos de patentes deste subdomínio apresentou o maior crescimento entre os período 1989-1998 e 1999-2008, de 850%, representando o aumento da importância relativa deste subdomínio frente aos demais subdomínios.

Tabela 4.2 Subdomínios Tecnológicos envolvidos nos documentos de patentes em nanocelulose nos períodos 1979-1988, 1989-1998 e 1999-2008, valor acumulado de depósitos e proeminência sobre o total de documentos de patentes em nanocelulose para 1979-2008.

#	Subdomínios Tecnológicos	1979-1988	1989-1998	1999-2008	Total de Documentos Patentes	Proeminencia (%)
1	Trabalho com Materiais	20	27	92	139	50,2
2	Química Macromolecular	16	14	81	111	40,1
3	Tratamento de Superfície	6	4	38	48	17,3
4	Produtos Agrícolas e Alimentares	20	10	13	43	15,5
5	Procedimentos Técnicos	4	8	21	33	11,9
6	Farmacêuticos - Cosméticos	10	6	17	33	11,9
7	Química de Base	7	7	14	28	10,1
8	Engenharia Médica	3	3	20	26	9,4
9	Biotecnologia	4	3	15	22	7,9
10	Componentes Elétricos	3	6	7	16	5,8
11	Manutenção - Gráfica	1	2	11	14	5,1
12	Materiais - Metalurgia	4	5	5	14	5,1
13	Consumo das Famílias	-	4	7	11	4,0
14	Máquinas - Ferramentas	2	-	7	9	3,2
15	Química Orgânica	-	2	4	6	2,2
16	Ótica	-	-	6	6	2,2
17	Meio Ambiente - Poluição	-	-	5	5	1,8
18	Transportes	-	-	4	4	1,4
19	Análise - Mensuração - Controle	-	-	4	4	1,4
20	Audiovisual	-	2	2	4	1,4
21	Componentes Mecânicos	-	1	2	3	1,1
22	Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	-	1	2	3	1,1
23	Procedimentos Térmicos	-	1	1	2	0,7
24	Semicondutores	-	-	1	1	0,4
25	Motores-Bombas - Turbinas	-	-	1	1	0,4
26	Espacial - Armamentos	1	-	-	1	0,4
Total de patentes em nanocelulose no período 1979-2008: 277						

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

O quarto subdomínio proeminente foi Produtos Agrícolas e Alimentares, com 15,5% dos documentos de patentes em nanocelulose associados a ele. Os assuntos tecnológicos envolveram possíveis aplicações da nanocelulose, destacando-se produtos alimentícios e bebidas. Os subdomínios Produtos Técnicos e Farmacêuticos-Cosméticos envolveram cada um a 11,9% dos

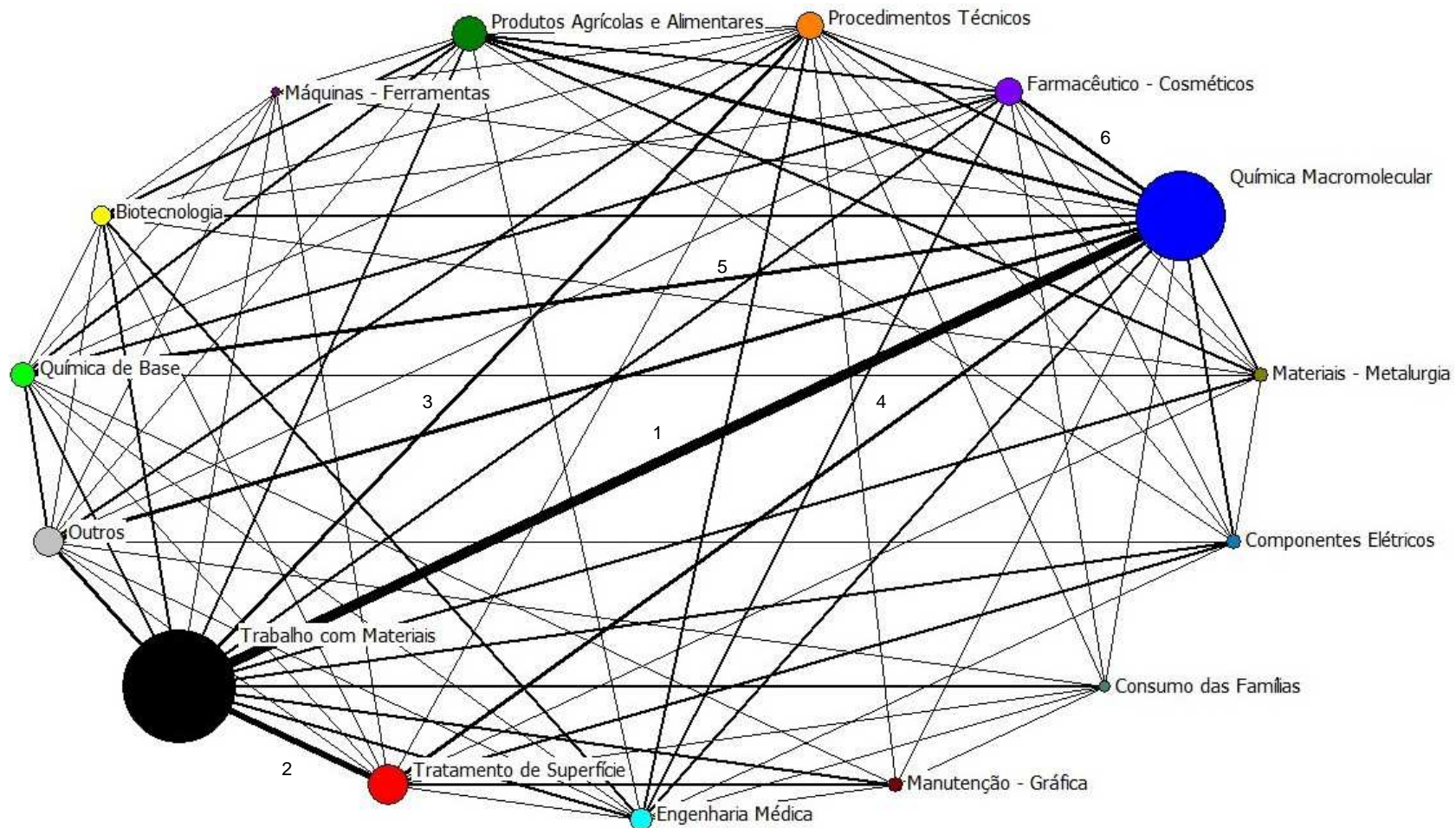
documentos de patentes em nanocelulose, que cresceram, respectivamente, 163% e 183% entre os períodos 1989-1998 para 1999-2008.

No subdomínio Procedimentos Técnicos, os assuntos tecnológicos dos documentos de patentes estão relacionados principalmente à separação e processos químicos como catálise e química coloidal, conforme mostrado no Apêndice B. Para Farmacêutico-Cosméticos, todos os documentos foram associados a preparações com finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas, incluindo remédios, pastas de dente, cosméticos, entre outros. Outras ocorrências de subdomínios e assuntos tecnológicos também podem ser vistas em detalhes no Apêndice B.

A coocorrência de subdomínios tecnológicos distintos, mostrado na Figura 4.24, enfatiza a diversidade de aplicações e mercados decorrentes da nanocelulose. Dentre as relações de coocorrência de subdomínios tecnológicos nos documentos de patentes em nanocelulose, destaca-se a existente entre Trabalho com Materiais com Química Macromolecular, que envolve 21,7% do total de documentos de patentes em nanocelulose. Essa interconexão indica que pelo menos parte do conteúdo desses documentos aborda o processamento de compostos macromoleculares - principalmente nanocelulose.

A segunda coocorrência mais importante foi entre Trabalho com Materiais e Tratamento de Superfície, com 11,2% dos documentos de patentes, o que pode indicar o interesse em processos e produtos em recobrimentos, tratamentos e fenômenos de superfície. O uso de procedimentos técnicos, como separação, catálise, química coloidal e mistura, estão presentes em 6,5% dos documentos de patentes, compartilhados, neste caso, pelos subdomínios Trabalho com Materiais e Procedimentos Técnicos.

Os documentos de patentes relacionadas simultaneamente a Química Macromolecular e Tratamento de Superfície correspondem a 6,5% do total de registros analisados, corroborando com o uso de nanocelulose em recobrimentos e tratamentos de superfície. A quinta interação proeminente ocorre entre os subdomínios Química de Base e Química Macromolecular que também compartilharam 6,5% dos documentos de patentes em nanocelulose e mostra aplicações em detergentes, fertilizantes, lubrificantes, dentre outras.



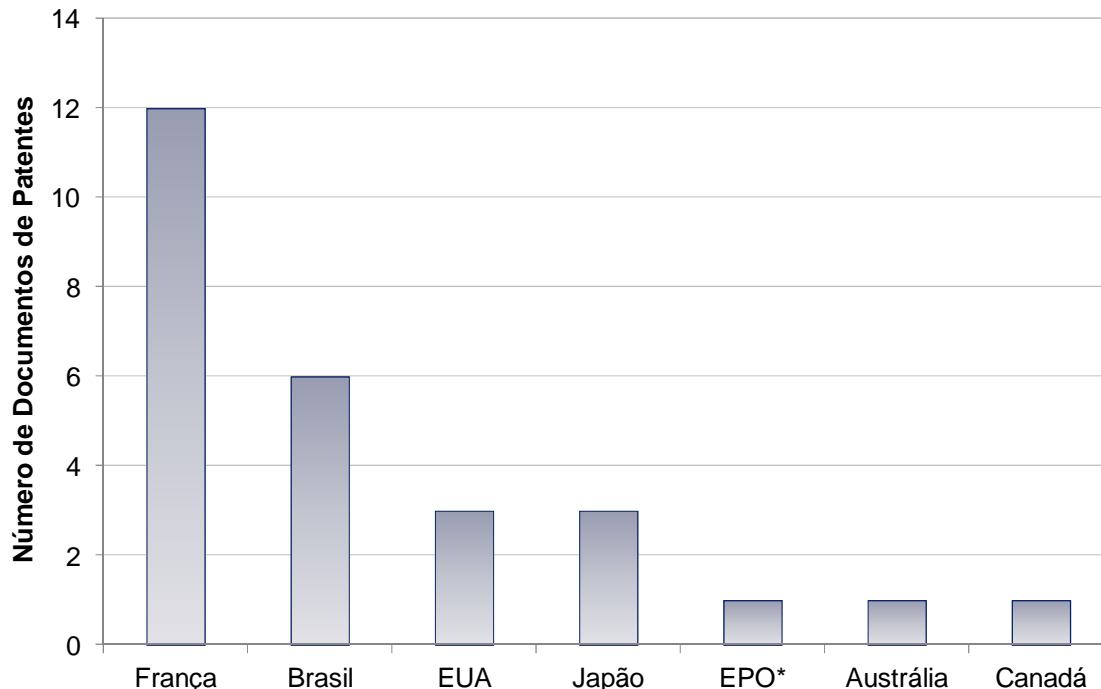
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.24 Rede de co-ocorrência entre os subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em nanocelulose no período 1979-2008. Os relacionamentos mais relevantes estão destacados em ordem numérica.

O relacionamento entre Farmacêuticos-Cosméticos com Química Macromolecular corresponde a 6,1% dos documentos de patentes em nanocelulose, e sugere aplicações em composições medicinais e de cuidados da saúde. Os demais relacionamentos encontrados na rede entre subdomínios tecnológicos compartilham menos de 6,0% das patentes e não foram considerados na análise.

4.2.5 Patenteamento em nanocelulose no Brasil

No período 1979-2008 foram encontrados 27 de documentos de patentes em nanocelulose depositados no Brasil, dentre os quais 44,4% são originários da França, 22,2% do Brasil e apenas 11,1% do Japão e do EUA (que são os maiores detentores mundiais de documentos de patentes em nanocelulose), conforme Figura 4.25.



*EPO: sigla em inglês para Organização Europeia de Patentes.

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.25 Número de documentos de patentes depositados no Brasil e seus respectivos países de origem no período 1979-2008.

Os demais países (e região europeia) relacionados na Figura 4.25 apresentaram apenas um depósito de patente no Brasil. Baseado nos dados apresentados na revisão, o Brasil é um dos principais mercados produtores de celulose, porém não se reflete nos depósitos de patentes em nanocelulose, visto que somente 10% foram depositadas no Brasil. Este resultado sugere que, na visão dos outros países, o Brasil possui baixa competência tecnológica no setor, oferecendo baixo risco de cópias das tecnologias.

Do total de 27 pedidos de documento de patente em nanocelulose no Brasil, mais da metade (59,4%) foram arquivados, o que significa que as tecnologias relacionadas tornaram-se públicas, conforme Tabela 4.3. Cinco patentes foram concedidas, e, destas, uma não teve os pagamentos de anuidades após 2002 junto ao INPI (BR9610769). Um pedido foi deferido (BR0211667), mas a carta patente ainda não foi expedida, enquanto que outros dois pedidos foram suspensos (BR0007177 e BR0205499) e um apresentou problemas referentes à escrita no documento pedido (BR0317786). Entre os demais pedidos, que aguardam exame no INPI, três vieram de pedidos de documento de patente mundial (via processo PCT³⁵) e outros três tiveram o pedido apenas publicado.

A maioria destes pedidos arquivados pertence à francesa Rhodia que possui uma filial no Brasil, onde, inclusive, desenvolve pesquisa desde 1975³⁶. Contudo, 90,0% de seus documentos de patentes foram arquivadas e estão em domínio público e o único pedido concedido está com os pagamentos de anuidades atrasados, sugerindo que houve abandono da tecnologia. Pelo menos em parte, o comportamento da Rhodia pode significar desinteresse da empresa pelo segmento de mercado brasileiro, mudança de estratégia organizacional ou a proteção tornando pública a tecnologia^[14]. Adicionalmente, o baixo retorno financeiro das tecnologias patenteadas pela Rhodia pode ser

³⁵ O Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT, sigla em inglês) foi estabelecido em 1970, com o objetivo de simplificar e baratear o procedimento de solicitação para proteção patentária em países que aderiram ao acordo. O tratado prevê um depósito internacional e uma busca internacional de anterioridade obrigatória (fase internacional). O pedido internacional é publicado junto com o relatório de anterioridade dezoito meses após o depósito ou a prioridade. Embora haja aumento no tempo para depósitos em vários países, o PCT não interfere nas legislações nacionais dos países membros, sendo necessário ao depositante seguir com os depósitos nos escritórios nacionais^[113].

³⁶ Informações obtidas no site da empresa^[114].

outro motivo, visto que a nanocelulose ainda apresenta-se com potencialidades e não como um mercado formado ^[11].

Tabela 4.3 Número dos pedidos de patentes em nanocelulose no Brasil: titulares, país de origem do titular e situação junto ao INPI.

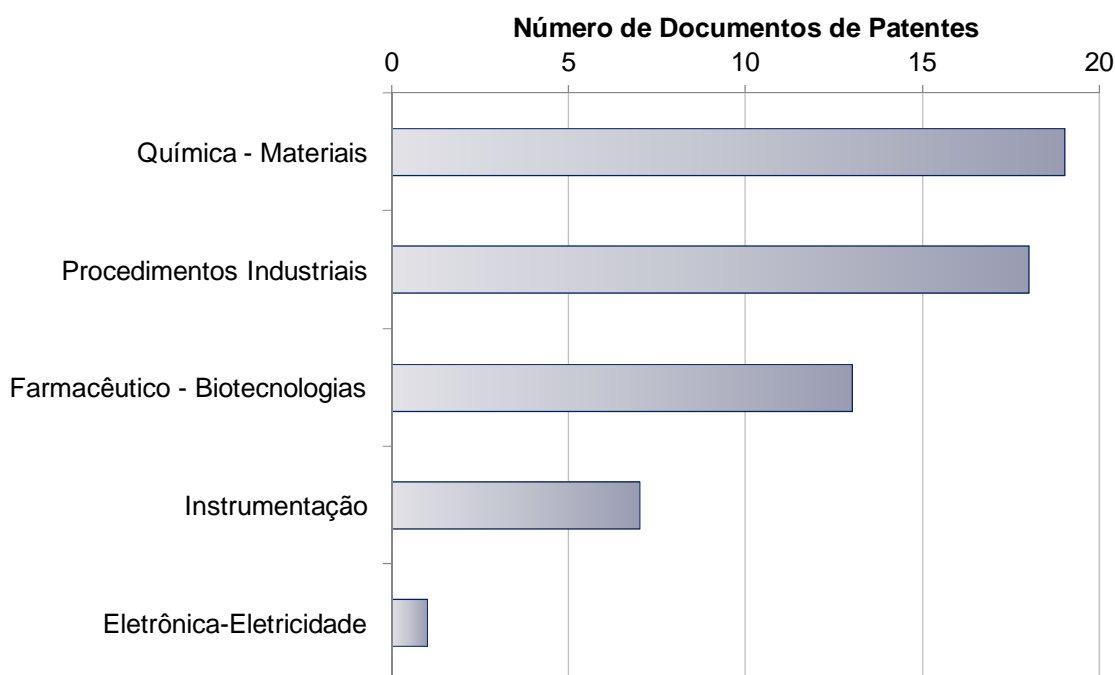
Número	Situação junto ao INPI	Titular(es)*
BR8506550	Arquivado (1992)	Edward A. Delong (CA)
BR8800781	Concedido (2000)	Fibrocel Produtos Biotecnológicos (BR)
BR9204232	Concedido (1996)	João Carlos Moreschi / Bio Fill Produtos Biotecnológicos ³⁷ (BR)
BR9607594	Arquivado (2004)	Generale Sucriere (FR)
BR9610769	Concedida (2002)	Rhodia (FR)
BR9610815	Arquivado (2004)	Rhodia (FR)
BR9710317	Arquivado (2005)	Rhodia (FR)
BR9710328	Arquivado (2004)	Rhodia (FR)
BR9710338	Arquivado (2005)	Rhodia (FR)
BR9710696	Concedido (2011)	The Australian National University (AU)
BR9813118	Arquivado (2007)	Rhodia (FR)
BR9814033	Arquivado (2007)	Rhodia (FR)
BR9907823	Arquivado (2006)	Rhodia (FR)
BR9913767	Arquivado (2008)	Rhodia (FR)
BR9913907	Arquivado (2007)	Rhodia (FR)
BR0005116	Arquivado (2009)	Hercules Incorporated (US)
BR0007177	Suspendido (2011)	The Procter & Gamble Company / DSG International (US/CN)
BR0114376	Concedido (2011)	Eastman Chemical Company (US)
BR0211667	Deferido (2010)	Japan Absorbent Technology Institute (JP)
BR0211727	Entrada em fase nacional (2004)	Centre National de La Recherche Scientifique (FR)
BR0205499	Suspendido (2011)	Nelson Luiz Ferreira Levy (BR)
BR0305572	Entrada em fase nacional (2004)	Japan Absorbent Technology Institute (JP)
BR0317786	Retificado (2005)	Kimberly-Clark Worldwide (US)
BR0612006	Entrada em fase nacional (2010)	Akzo Novel N. V. (NL)
BR0704448	Pedido publicado (2009)	Cornell Research Foundation (US)
BR0801712	Pedido publicado (2010)	HDR Indústria e Comércio de Produtos Automotivos (BR)
BR0803173	Pedido publicado (2010)	Universidade Federal de Santa Catarina (BR)

* Entre parênteses está discriminado o país do titular conforme codificação internacional para patentes: CA = Canadá; BR = Brasil; FR = França; CN = China; JP = Japão; NL = Holanda. Fonte: Derwent Innovations Index e Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

³⁷ Há indícios de que a Biofill Produtos Tecnológicos tornou-se a Fibrocel Produtos Tecnológicos, já que a patente concedida BR8800781 e a marca comercial dos produtos da primeira foram transferidas para a segunda ^[115].

Os cinco depósitos de patentes efetuados por brasileiros correspondem a 1,8% do total de 277 documentos para nanocelulose do mesmo período. Os depósitos foram realizados esporadicamente, sendo o primeiro em 1988, o segundo em 1992, o terceiro em 2002, o quarto em 2007 e os dois últimos em 2008, conforme Apêndice B. Esse comportamento pode tornar o mercado brasileiro no futuro vulnerável a empresas estrangeiras que se interessarem em explorar tecnologias em nanocelulose no Brasil.

Com relação aos documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil, os principais domínios tecnológicos associados a elas são o de Química – Materiais (70,4% do total), o de Procedimentos Industriais (66,7%) e o de Farmacêutico – Biotecnologias (48,1%), conforme Figura 4.26. Estes domínios também são os mais relevantes para os pedidos de documento de patente em nanocelulose no mundo (mostrado na Figura 4.23).



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.26 Domínios tecnológicos relacionados aos documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil no período 1979-2008.

O principal objeto de proteção dos documentos de patentes depositadas no Brasil é o processamento de celulose em nanoescala, dentro dos subdomínios tecnológicos Trabalho com Materiais e Química Macromolecular,

como mostrado na Tabela 4.4. Esse resultado também acompanha a tendência mundial de depósitos em nanocelulose, conforme observado na Tabela 4.2.

Entre os principais assuntos tecnológicos para Trabalho com Materiais, há eliminação de substâncias não celulósicas, como por exemplo, lignina, regeneração de polpa, composições e tratamentos de polpa, manufatura de fibras, processos de mistura, tratamento de fibras e tratamento mecânico de matérias primas fibrosas, conforme detalhado no Apêndice B. No caso de Química Macromolecular, destacam-se compostos macromoleculares e polissacarídeos, que caracterizam a celulose, composições de revestimentos, utilização de compostos inorgânicos ou orgânicos não macromoleculares como ingredientes e adesivos.

Apenas 11,1% dos documentos de patentes em nanocelulose do Brasil estão associadas ao subdomínio Tratamento de Superfície, enquanto que, no mundo, a proeminência é de 17,3%, como se observa a partir da comparação entre os resultados das Tabelas 4.2 e 4.2. Esse fato sugere que tecnologias de recobrimentos são menos exploradas no Brasil, caracterizado pela produção de papel e celulose.

Dentre os documentos de patentes em nanocelulose depositados no Brasil, 33,3% pertencem ao subdomínio Produtos Agrícolas e Alimentares e visam às aplicações da indústria alimentícia. Materiais-Metalurgia foram associados a 25,9% dos documentos de patentes e envolve o uso de materiais como cal, magnésia, escória e cimentos. Química de Base também foram caracterizados em 25,9% dos documentos em nanocelulose, tratando, principalmente, de aplicações como composições de detergentes, biocidas e lubrificantes. O detalhamento dos subdomínios pode ser consultado no Apêndice B.

Com relação aos seis documentos de patentes originadas no Brasil, 66,7% delas pertenceram aos subdomínios Biotecnologia e Química Macromolecular e 50,0% com Trabalho com Materiais (conforme Apêndice B). Os assuntos tecnológicos envolveram principalmente processos de fermentação. A partir das observações descritas no Apêndice B, apenas um dos pedidos trata do uso de microfibrilas de celulose como reforço em nanocompósitos poliméricos. Os outros documentos de patentes referem-se à nanocelulose produzida por bactérias e aplicações voltadas para a área médica

e visando aplicações principalmente para o tratamento de lesões na pele humana. Além disso, foram identificadas três empresas que possuem produtos a base celulose bacteriana, conforme detalhado no Apêndice B.

Tabela 4.4 Subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil e sua proeminência no período 1979-2008.

Subdomínios Tecnológicos	N. Doc. de Patentes	Proeminência (%)
Trabalho com Materiais	17	63,0
Química Macromolecular	16	59,3
Produtos Agrícolas e Alimentares	9	33,3
Materiais - Metalurgia	7	25,9
Química de Base	7	25,9
Biotecnologia	6	22,2
Engenharia Médica	6	22,2
Farmacêutico - Cosméticos	6	22,2
Procedimentos Técnicos	5	18,5
Tratamento de Superfície	3	11,1
Componentes Elétricos	1	3,7
Química Orgânica	1	3,7
Ótica	1	3,7

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

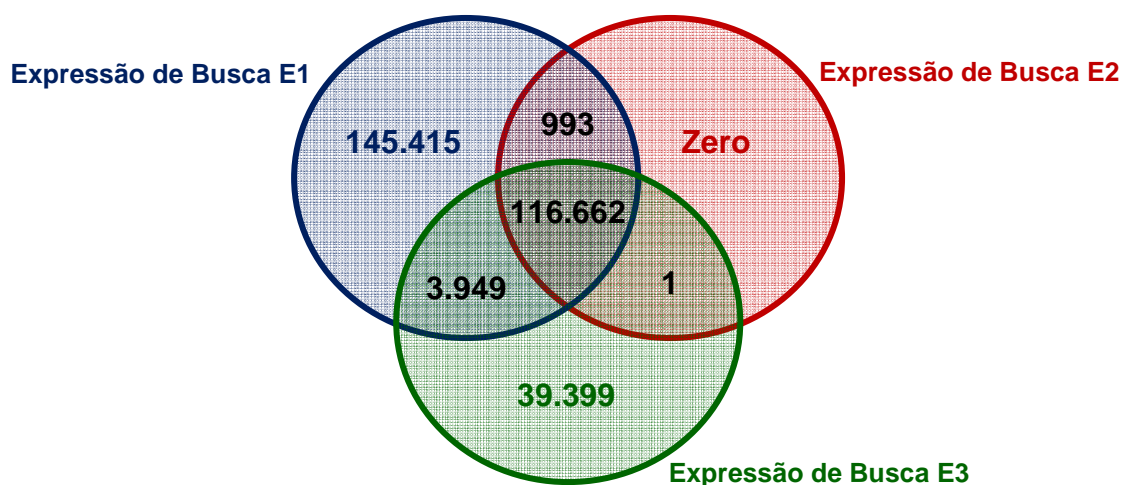
Embora o Brasil seja um dos principais mercados produtores de celulose, não há reflexo nos documentos de patentes, visto que somente 10% foram depositadas no Brasil. Este resultado sugere que, na visão dos outros países, o Brasil possui baixa competência para desenvolvimento tecnológico no setor, oferecendo baixo risco para cópias das tecnologias.

4.3 Aprimoramentos das metodologias de recuperação e processamento de informação em nanotecnologia e nanocelulose

4.3.1 Aprimoramento em expressões de buscas para recuperação de informação

Dentre as três expressões de busca testadas para a recuperação de registros bibliográficos de documentos de patentes em nanotecnologia (termos apresentados nas Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3), a expressão E3 foi escolhida em definitivo, por minimizar a recuperação de informações não pertinentes ao escopo da presente pesquisa. Houve compartilhamento de 116.662 pelas três expressões, e a expressão E2 mostrou-se totalmente contida por E1 e E3, conforme Figura 4.27.

A expressão de busca E1 recuperou 145.415 registros a mais que a expressão E3, e essa diferença deve-se principalmente à presença do termo de busca “nm” em E1. No entanto, este termo aumenta a recuperação não pertinente, porque “nm” poder significar, por exemplo, faixas granulométricas de algum material acima dos 100 nanômetros, ou comprimentos de onda específica da luz visível em dispositivo ou processo eletrônico qualquer que absorve ou emite, não necessariamente associado à nanotecnologia.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura 4.27 Número de registros bibliográficos de documentos de patentes recuperadas por diferentes expressões de busca empregadas.

A expressão E1 traz incertezas sobre a confiabilidade dos dados recuperados e, conseqüentemente, a elaboração de indicadores. Desse modo, a expressão E3 apresentou melhor resultado e significou uma adaptação da recomendada por Porter et al. [21], com modificações a partir de consultas a especialistas da área de nanotecnologia.

Do total de 329 registros bibliográficos de documentos de patentes recuperados pela expressão de busca (En) em nanocelulose, mostrada na Tabela 3.4, 141 também estavam nos registros obtidos com o uso da expressão E3 associada à nanotecnologia em geral, cujos termos estão mostrados na Tabela 3.3. A comparação entre En e E3 está apresentada na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Termos incorporados na expressão de busca para nanocelulose (En), número de documentos de patentes recuperados e número de documentos de patentes em intersecção com E3, para nanotecnologia geral.

#	Termos de busca integrantes da expressão En	Número de Registros de Patentes	
		Associado à Nanocelulose	Intersecção ("AND") com a expressão E3
1	("microfibril* cellulose" or "micro-fibril* cellulose")	151	17
2	("cellulose microfibril*" or "cellulose micro-fibril*")	69	9
3	("cellulose nanofiber*" or "cellulose nano-fiber*")	57	57
4	(nanocellulose or nano-cellulose)	20	20
5	("nanocrystal* cellulose" or "nano-crystal cellulose")	15	15
6	("cellulose nanofibril*" or "cellulose nano-fibril*")	14	14
7	("nanofibril* cellulose" or "nano-fibril* cellulose")	13	13
8	("cellulose whisker*")	6	5
9	("cellulose nanocrystal*" or "cellulose nano-crystal*")	5	5
10	("cellulose nanoparticle*" or "cellulose nano-particle*")	4	4
11	("cellulose- nanowhisker*" or "cellulose nano-whisker*")	3	3
12	("nanosiz* cellulose" or "nano-siz* cellulose")	1	1
Total		329	141

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Verifica-se que a expressão E3 não descreve completamente o subcampo da nanocelulose, pois as recuperações dos termos de busca 1, 2 e 8 e com a própria expressão En são superiores às das respectivas interseções com a expressão E3, conforme Tabela 4.5. A expressão E3 não engloba documentos de patentes que são recuperadas quando são empregados, por exemplo, expressões como "microfibril* cellulose" ou "cellulose microfibril*" que permitem recuperar quantidade expressiva de documentos de patentes quando se trata de analisar o microcampo da nanocelulose.

As intersecções entre os termos de busca 3 a 7 e 9 a 12 com E3 são efetivas na recuperação do mesmo número de registros do que o próprio termo de busca em En, conforme a Tabela 4.5, pois utilizam o radical “nano”, por exemplo, “nanocellulose” ou “nanofibril* cellulose” etc. Com isso verifica-se que a expressão de busca para nanotecnologia geral (E3), apesar dos cuidados para melhorias em relação às expressões recomendadas, não é perfeita, e é passível de futuros aprimoramentos, como também foi observado pelos próprios autores que elaboraram a expressão que serviu de ponto de partida [21]. Adicionalmente, nenhuma busca é exaustiva, de modo que sempre haverá “ruídos” nos dados recuperados.

4.3.2 Desenvolvimento de programas computacionais para coleta, pré-tratamento e análise estatística de informações

O programa para coleta de registros bibliográficos de documentos de patentes automatizou a requisição e os downloads dos arquivos da base de dados Derwent Innovations Index, contribuindo para a qualidade dos dados finais para análise.

Entre os registros bibliográficos recuperados pela expressão de busca E3, utilizada na elaboração de indicadores tecnológicos da presente pesquisa, 7.757 apresentaram países distintos na prioridade, o que corresponde a 4,8% do total de 160.011 registros. A presença de mais de um país na prioridade de um documento de patente é, em parte, consequência de erros de indexação de registros bibliográficos nas famílias de documentos de patentes elaboradas pelas bases de dados ou de estratégias organizacionais de patenteamento agressivas que usufruem de desvios nas leis nacionais e internacionais [91].

O programa elaborado para realizar o pré-tratamento dos dados antes das análises bibliométricas e elaboração de indicadores seleciona a prioridade de menor data e adiciona em um novo campo, chamado PO (Prioridade de Origem). O Apêndice C detalha três casos possíveis de ocorrência de prioridade identificadas neste estudo. O pré-tratamento dos registros bibliográficos antes da importação dos dados no software de análise

bibliométrica elevaram a consistência e a qualidade dos indicadores tecnológicos, principalmente para indicadores que envolvem país e ano de depósito.

A elaboração do filtro teve o objetivo de viabilizar a importação das informações contidas nos campos dos registros bibliográficos de documentos de patentes apresentados na Tabela 3.5 para o software de análise bibliométrica Vantage Point. Com o filtro, foi possível obter informações como os números dos depósitos das patentes, o nome dos inventores e dos titulares, os resumos, os códigos de CIP, os domínios e subdomínios tecnológicos, o ano e país de prioridade e países de extensão de proteção. O Apêndice C apresenta um exemplo de registro bibliográfico de documento de patente recuperado na base de dados Derwent Innovations Index e indica os campos contidos na Tabela 3.5 para facilitar a visualização das informações recuperadas.

4.4 Discussão geral dos resultados

O avanço tecnológico da nanotecnologia foi verificado principalmente no período de 1999 e 2008, no qual houve a considerável concentração de 83,2% dos depósitos. De acordo com outros autores ^[3,31,32], esse período foi marcado por incentivos de programas governamentais e iniciativas privadas. Uma importante contribuição para superar as dificuldades foram os desenvolvimentos de equipamentos de caracterização e manufatura, principalmente nas décadas de 80 e 90 ^[50-53]. Além disso, o desenvolvimento da nanociência em geral também teve um importante efeito sobre o desenvolvimento tecnológico e o patenteamento em nanotecnologia.

Os depósitos de patentes em nanotecnologia foram relativamente disperso, envolvendo múltiplos países e áreas, como também observado por outros autores ^[4-7]. Contudo, foi verificado que os países com maior patenteamento foram EUA, Japão, China e Coréia do Sul. Verificou-se tendência de consolidação do patenteamento para EUA, Japão e países da Europa, considerando os paradigmas atuais. Esse fato pode estar associado a

um sistema de inovação mais maduro nestes países. No caso da China, Coréia do Sul e Taiwan, o crescimento no número de documentos de patentes foi mais intenso, o que pode ser reflexo de um envolvimento mais tardio com nanotecnologias. A China, especificamente, além de envolver-se mais fortemente com nanotecnologias nos últimos anos apresentou mudanças estruturais, inclusive no sistema de propriedade intelectual, visando atender às exigências para sua entrada na OMC ^[101, 102]. Alemanha, França, Reino Unido, Rússia e Índia são os outros países que se destacaram, mas em menor escala, nos depósitos de documentos de patentes em nanotecnologia.

A nanotecnologia apresentou-se associada principalmente aos domínios de Química-Materiais, de Eletrônica-Eletricidade, de Instrumentação, Procedimentos Industriais e de Farmacêutico-Biotecnologias. Esse resultado está em conformidade com as definições e conceitos sobre o que é nanotecnologia, que destacam o seu envolvimento com áreas distintas do conhecimento, como química, física, biologia, engenharia e outras ^[26,31,41]. Também realça a complexidade da análise de nanotecnologias, devido à frequente conexão com múltiplos e distintos domínios e subdomínios tecnológicos, cujas terminologias e visões também são distintas. Com isso, embora haja códigos CIP específicos para o patenteamento em nanotecnologia e o reconhecimento do potencial de benefícios para a sociedade ^[1-7,31,32,55], a definição do que é este campo tecnológico ainda se constitui motivo de debate.

Os indicadores também mostraram poucos documentos de patentes associadas ao subdomínio Consumo de Família, embora este tenha sido o de maior crescimento no número de documentos de patentes associado à nanotecnologia no período analisado. Pode ser um indicativo das dificuldades para se atingir o mercado final, provavelmente devido aos desafios de fabricação em escala, a incipiência de marcos regulatórios bem estabelecidos nos diferentes setores de aplicação e consumo, e outros fatores similares. Apesar disso, o subdomínio Farmacêutico-Cosméticos, bastante associado ao consumidor final, mostrou-se bastante explorado, tanto no mundo todo como no Brasil, seguido com menor expressão, os subdomínios Produtos Agrícolas e Alimentares e Consumo de Famílias, Esse resultado realça a importância do estabelecimento de normas e procedimentos referentes, por exemplo, a alimentos, medicamentos e produtos cosméticos. Por outro lado, apenas 2%

dos documentos de patentes apresentaram-se associados ao subdomínio Meio Ambiente-Poluição entre 1999-2008, indicando uma exploração relativamente pequena do uso de nanotecnologias nessa importante área tecnológica.

O elevado crescimento do subdomínio de Trabalho com Materiais verificado no período analisado indica a importância dada à ampliação da escala de produção, seja em nanomateriais, nanointermediários ou nanoprodutos, inclusive no caso da nanocelulose. Em nanocelulose houve ênfase nos processos de obtenção e aplicação de nanofibrilas e nanocristais a partir de polpa de celulose.

Sob o ponto de vista dos titulares de documentos de patentes, a empresa coreana Samsung deteve o maior número de documentos em nanotecnologia no período 1999-2008, e as outras empresas mais proeminentes foram a taiwanesa Foxconn, a coreana LG, as japonesas Fujifilm e Panasonic e a chinesa China Petrochemical Company. A Universidade da Califórnia (EUA), a Universidade de Tsinghua e a Universidade de Beijing (China), bem como o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Indústria Avançada (Japão) também se mostraram importantes no patenteamento em nanotecnologia e, exceto a universidade americana, apresentaram o maior crescimento entre os principais titulares no período de 1999 a 2008.

Contudo, a colaboração entre Instituições de Ciência e Tecnologia e empresas é diferenciada em cada país, devido a seus sistemas de inovação, que, embora necessite análises mais aprofundadas, pôde ser verificada pelas patentes em cotitularidades e número de cotitularidades. Por exemplo, as empresas coreanas (Samsung e LG) depositaram baixa quantidade de patentes em parceria com outras instituições, porém apresentaram grande número de cotitulares parceiros, enquanto que a taiwanesa Foxconn possuía grande parte de suas patentes depositadas em cotitularidade, porém com um grupo de cotitulares menor. As primeiras (empresas coreanas) podem ter mais competência e estar inseridas num sistema de inovação mais maduro do que a segunda (taiwanesa).

No Brasil, verificou-se uma quantidade relativamente pequena de documentos de patentes, quando comparado com o resto do mundo, apesar do aumento dos depósitos de patentes a partir do ano 2001. Esse resultado indica que o mercado brasileiro pode estar mais desprotegido para a ação de

estrangeiros que queiram explorar nanotecnologias no país. Pode indicar também a preferência das grandes empresas de origem estrangeiras manter sob sigilo tecnologias desenvolvidas, ou considerarem baixo o risco de ameaça de desenvolvimento tecnológico competitivo no país. Soma-se a isso o baixo crescimento da oferta de produtos que incorporam nanotecnologia em relação ao que se verifica mundialmente, apesar do importante esforço científico e dos órgãos de fomento ^[2,9]. Por exemplo, das trinta empresas no Brasil que usufruíram de subvenção econômica propiciada pelos programas nacionais de fomento ^[9], apontadas na Tabela 2.5, apenas duas (Braskem e Nanox) apresentam-se entre os titulares mais importantes do Brasil.

Os maiores depositantes brasileiros são a Universidade Estadual de Campinas, a Comissão Nacional de Energia Nuclear e a Universidade de São Paulo. Entre os titulares encontram-se empresas ligadas à área de energia, como a Petrobras, e química, como Braskem, Nanox Tecnologia, Oxiteno e Ibra Produtos para Cerâmica, e farmacêutica, como Aché Laboratório Farmacêutico e Biolab Sanus Farmacêutico. O fato das universidades e instituições de pesquisas deterem boa parte dos documentos de patentes brasileiras caracteriza um sistema de inovação relativamente imaturo, como analisado pelo paradigma da hélice tríplice ^[58,59].

Foi observada a presença entre os principais depositantes de empresas ligadas aos setores de energia (Petrobras), químico (Petrobrás, Braskem, Nanox, Oxiteno e Ibra Produtos para Cerâmica) e farmacêutico (Aché Laboratório Farmacêutico e Biolab Sanus Farmacêutica). Embora seja de grande importância econômica, a área agroindustrial aparentemente tem desenvolvido poucas nanotecnologias, segundo os indicadores tecnológicos em nanotecnologia elaborados para o Brasil. Embora haja tais considerações em termos de indicadores tecnológicos, um estudo mais aprofundado faz-se necessário para compreender a dinâmica de nanotecnologias no Brasil.

Em termos de distribuição do patenteamento nos diferentes subdomínios tecnológicos, a nanotecnologia no Brasil parece não acompanhar plenamente o perfil das grandes áreas e setores de interesse do Brasil (energia, químico, farmacêutico, agroindustrial) ^[2], exceto a presença de Farmacêutico-Cosméticos, Materiais-Metalurgia e Química Macromolecular dentre os subdomínios predominantes. A atividade de patenteamento encaixar-se-ia ao

perfil do país se houvesse maior participação dos subdomínios Produtos Agrícolas e Alimentares, Aparelhos Agrícolas e Alimentícios. Alguns subdomínios que não estariam ligados à competência brasileira, mas que aparecem entre nos documentos de patentes, seria o de Semicondutores e Componentes Elétricos.

No patenteamento em nanocelulose, no contexto mundial verificou-se aumento dos depósitos em nanocelulose no período 1999-2008 com a proeminência dos EUA e Japão, que também se destacam entre os produtores de celulose no mundo ^[12]. O número de titulares nos últimos anos analisados aumentou expressivamente, sem destaque para um titular específico, e, nos últimos anos da análise, universidades aumentaram sua participação como titulares em nanocelulose, o que sugere a fase emergente do desenvolvimento deste nanomaterial. Assim como na nanotecnologia geral, os riscos eminentes no processo de desenvolvimento da nanocelulose envolvem parcerias entre universidade-empresa-governo, o que denota o modelo da hélice tríplice ^[58,59]. Porém, estudos mais aprofundados poderiam mostrar a dinâmica deste relacionamento.

Os principais domínios tecnológicos associados aos documentos de patentes de nanocelulose são Procedimentos Industriais e Química-Materiais. A proeminência dos subdomínios Trabalho com Materiais e Química Macromolecular, bem como a forte coocorrência deles nos documentos de patentes analisadas mostraram o desenvolvimento tecnológico voltado para processos de obtenção e aplicação de nanocelulose. Segundo a literatura ^[11,65,69,70], a nanocelulose possui muitos desafios e gargalos, entre os quais, o processo de obtenção e incorporação do nanomaterial, o que justifica o resultado obtido. Os assuntos tecnológicos mostraram que o avanço tecnológico em nanocelulose está atrelado ao processamento de polpa de celulose e aplicações em tratamentos superficiais, produtos alimentares e agrícolas, fármacos e cosméticos. Contudo, aparentemente, não foi possível identificar tecnologias promissoras a partir dos indicadores elaborados.

O Brasil apresentou pequeno número de documentos de patentes em nanocelulose, apesar de se verificar um crescimento do patenteamento nos últimos anos, principalmente por organizações estrangeiras. Esses resultados indicam uma exposição do mercado potencial nacional, que inclusive não está

bem definido, à competição internacional. Dentre os pedidos de patente em nanocelulose, 59,4% foram arquivados e hoje são de domínio público, podendo servir de base a novos entrantes nacionais.

O Brasil, um dos maiores produtores de celulose do mundo, pode ter importante oportunidade ao investir no desenvolvimento de tecnologias à base de nanocelulose. Além dos documentos em domínio público, também foi observada a existência de documentos de patentes depositados no país englobando métodos de obtenção de nanocelulose a partir de bactérias, mas não foi observado patenteamento a partir de fonte vegetal, o que pode ser mais bem verificado como eventual estratégia de novos desenvolvimentos para empresas produtoras de nanocelulose do país.

Em termos das metodologias empregadas, os filtros de importação de registros, o programa para recuperação automatizada de registros bibliográficos e o programa de suporte à identificação da prioridade, desenvolvidos durante esta pesquisa, permitiram aumentar a precisão dos indicadores elaborados e representaram avanços metodológicos em relação às práticas do NIT/Materiais, e podem contribuir também em outras pesquisas. Foram soluções desenvolvidas para superar problemas encontrados durante a pesquisa e novos problemas poderão surgir em futuras pesquisas na área, que deverão ser encarados também como oportunidades para novos desenvolvimentos deste grupo e eventualmente de outros grupos e instituições.

A pesquisa também ressaltou a relevância dos seguintes procedimentos para a elaboração e análise dos indicadores:

- O uso dos domínios e subdomínios tecnológicos, o que auxiliou a síntese, o mapeamento e a análise de áreas tecnológicas;
- A análise conjunta dos subdomínios e assuntos tecnológicos representados pelos códigos da Classificação Internacional de Patentes, que permitiu a visualização e direcionamento do desenvolvimento tecnológico em cada área;
- A necessidade de ajustes nos termos de busca em relação a recomendações encontradas, devido à dificuldade na recuperação de informação em nanotecnologia, também presenciada por outros autores [20,21,26,86]; recomendando-se, ainda, que as equações de busca sejam

revistas periodicamente, devido à dinâmica do desenvolvimento da nanotecnologia e dos nanomateriais;

A identificação de palavras chave relativas à nanocelulose, fundamentais para o processo analítico do caso específico, mas com variação muito pequena na recuperação de dados gerais, não tendo sido empregadas na expressão de busca para nanotecnologia geral, apenas no caso particular desse nanomaterial. Também foram observadas limitações nos procedimentos, principalmente as seguintes:

- Não foi possível diferenciar os métodos de processamento e os produtos reivindicados nos documentos de patentes, pois a informação não é fornecida pela base de dados utilizada;
- Nem toda tecnologia é patenteada, e, quando patenteada, grande parte das tecnologias não avança até tornarem-se produtos ou processos aplicados, ou não há exploração comercial ou com sucesso comercial;
- A abrangência e a indexação da base de dados utilizada é limitada, por exemplo, por não indexar outras informações do documento de patente, como as reivindicações, por comportar documentos de patentes originadas em 40 países, estando de fora a maioria dos países da América Latina, por haver demora na indexação de novos pedidos depositados, entre outros;
- Os termos da expressão de busca podem estar defasados ou não terem evoluído com a nanotecnologia, devido à dinâmica associada à interdisciplinaridade, emergência e complexidade da área, conforme observado no presente trabalho e também por outros autores ^[4,21,86].

5 CONCLUSÃO

Os indicadores tecnológicos elaborados a partir de documentos de patentes permitiram identificar os avanços no desenvolvimento de nanotecnologias em geral e mais especificamente da nanocelulose, com maior ênfase no período 1999-2008. Foi possível mapear a evolução temporal do patenteamento, a distribuição geográfica, os países proeminentes e os principais atores, além dos principais domínios e subdomínios tecnológicos associados, tanto em termos mundiais como a situação brasileira utilizando a metodologia estabelecida na presente pesquisa.

A análise de indicadores tecnológicos em nanocelulose abrangeu um exemplo para compreender a dinâmica do patenteamento para um nanomaterial em específico. Verificou-se crescimento no número de documentos de patentes em nanocelulose no período 1999-2008, que acumulou 62,1% dos documentos recuperados. O desenvolvimento tecnológico mostrou-se voltado para a obtenção e incorporação de nanoceluloses, devido à co-ocorrência dos subdomínios Trabalho em Materiais e Química Macromolecular em 21,7% documentos de patentes. Embora tenham sido identificadas potenciais aplicações e processos de obtenção do nanomaterial, observou-se que o mercado da nanocelulose ainda é incipiente, havendo a presença de muitos titulares distintos com poucas patentes. Um dos motivos pode ser a dificuldade na obtenção do nanomaterial, principalmente técnico-econômica. No Brasil, os depósitos de patentes em nanocelulose foram efetuados principalmente por não residentes. Contudo, a quantidade total de depósitos no Brasil corresponde a 10% do que foi desenvolvido no mundo em nanocelulose, e, desse total de pedidos de patentes no Brasil, 59,4% estão em domínio público. Esse resultado pode indicar desinteresse de estrangeiros no mercado brasileiro, a aposta de que o Brasil não oferece risco para desenvolver tecnologias neste assunto ou o risco de um mercado de nanoceluloses ainda emergente. Adicionalmente, os documentos de patentes originados no Brasil tratam da obtenção e aplicação, principalmente, e nanocelulose a partir de fermentação bacteriana, deixando de lado toda fonte vegetal da rica biodiversidade encontrada naquele país latino-americano.

Além das observações específicas em nanocelulose, os indicadores tecnológicos obtidos na pesquisa, de um modo geral, sugerem que o Brasil possui um sistema de inovação em nanotecnologia ainda imaturo, devido à baixa quantidade de documentos de patentes desenvolvidas no país (1,7% do total no mundo) e a grande participação de universidades e institutos de pesquisa entre os principais titulares. Contudo, o cenário brasileiro pode mudar, visto que o incentivo governamental tem refletido no aumento do patenteamento a partir de 2001, baseado principalmente na cooperação universidade-empresa-governo, segundo o modelo de hélice tríplice, cuja intensificação tem sido inclusive recomendada. Os desenvolvimentos em nanotecnologia no Brasil abrangeram principalmente nos subdomínios Farmacêuticos-Cosméticos, Materiais-Metalurgia, Procedimentos Técnicos e Química Macromolecular, não se identificando subdomínios associados ao agronegócio, que também é uma área muito importante para o país.

Os nanomateriais destacaram-se entre os subdomínios associados aos documentos de patentes em nanotecnologia, com papel proeminente dentro das perspectivas de desenvolvimento tecnológico mundial. Foi possível verificar a abrangência de diferentes classes e subdomínios, com destaque para Materiais-Metalurgia, Semicondutores, Química Macromolecular e Trabalho com Materiais, tanto no mundo como no Brasil. Dentre os nanomateriais, o exemplo que foi analisado mais detalhadamente foi a nanocelulose, que permitiu estabelecer uma metodologia que pode ser também aplicada para outros nanomateriais, com os necessários ajustes, principalmente nas estratégias de busca e no uso de palavras chave correspondentes.

A abrangência de todos os domínios e subdomínios tecnológicos nos documentos de patentes enfatiza a interdisciplinaridade e a complexidade da nanotecnologia, o que corrobora com as características debatidas por outros autores, inclusive no caso da nanocelulose. Também indica a importância da realização de análises aprofundadas e de acordo com o contexto de cada nanomaterial e suas aplicações, levando em conta as peculiaridades e as dinâmicas tecnológicas, de mercado e do próprio patenteamento.

As empresas titulares em patentes em nanotecnologia que se destacaram possuem competência voltada principalmente para produtos

eletrônicos e tecnologias da informação e telecomunicação, exceto a China Petrochemical. A presença de universidades e institutos de pesquisa entre os titulares proeminentes enfatiza o caráter emergente do desenvolvimento tecnológico, que se baseia em ciência e, também, os desafios futuros para as nanotecnologias atingirem o mercado consumidor. Embora tenha ficado evidente a dinâmica do modelo baseado na hélice tríplice para nanotecnologia e nanocelulose, com a atuação de universidade-empresa-governo, não foi o foco da presente pesquisa, ficando a oportunidade para futuros trabalhos.

A tradição do Japão e dos EUA como países desenvolvedores de tecnologias foi constatado tanto em nanotecnologia como no caso da nanocelulose. O desenvolvimento tecnológico em nanotecnologia nestes países mostrou-se em processo de consolidação. Alemanha, França, Reino Unido, Rússia e Índia são os outros países que se destacaram, porém em menor escala. Os países asiáticos China, Coreia do Sul e Taiwan apresentaram o maior crescimento no patenteamento em nanotecnologia, tornando-se proeminentes no período da análise e potencias para o desenvolvimento nanotecnológico.

De forma geral, o patenteamento em nanotecnologia avançou principalmente no período 1999-2008, que acumulou 83,2% dos documentos de patentes, e se apresenta tendência de consolidação nos próximos anos considerando os paradigmas atuais. Por outro lado, devido a forte participação de institutos de ciência e tecnologia no avanço das nanotecnologias, uma análise considerando indicadores de publicações científicas complementar os indicadores elaborados na presente pesquisa, sendo uma oportunidade para futuros trabalhos.

Sob o ponto de vista metodológico, a presente pesquisa contribuiu para analisar a importância dos procedimentos e a necessidade de atenção na realização de revisão e eventuais ajustes das recomendações de outros autores, levando em conta o contexto focalizado. Verificou-se que expressões de busca importantes para recuperação de informação em estudos de casos específicos, como a nanocelulose, podem ser desconsideradas em recuperações para estudos mais amplos, por exemplo, em nanotecnologia como um todo. O uso dos domínios e subdomínios tecnológicos mostrou-se eficazes em análises abrangentes e específicas. A separação e a contagem de

titulares pode auxiliar na compreensão o interesse estratégico de organizações, principalmente, empresariais, e na sugestão da maturidade do sistema de inovação.

Foi obtida maior precisão dos indicadores elaborados com o desenvolvimento e emprego de filtros de importação de registros e programas para recuperação automatizada de registros bibliográficos e de suporte à identificação do país de origem do depósito de patentes. Esse desenvolvimento pode ser aplicado em pesquisas futuras tanto do NIT/Materiais como de outros grupos e instituições, representando importante contribuição metodológica na elaboração e análise de indicadores de documentos patentes. Do mesmo modo, as metodologias empregadas podem ser empregadas para a realização de outras pesquisas em nanotecnologia, sendo necessário considerar as peculiaridades e as dinâmicas tecnológicas, de mercado e do próprio patenteamento. da área tecnológica pesquisada, além de outros cuidados na recuperação e análise dos indicadores, devido à complexidade e grande abrangência da nanotecnologia.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A partir dos resultados obtidos, as seguintes recomendações podem ser estabelecidas para futuras pesquisas:

- Avaliar a situação dos documentos de patentes brasileiras quanto à extensão de proteção da tecnologia, por exemplo, depósitos internacionais, e dos possíveis licenciamentos de tecnologias, principalmente aqueles pertencentes a universidades e institutos de pesquisa;
- Avançar nas metodologias e procedimentos envolvendo indicadores tecnológicos por meio de análises de textos livres de documentos de patentes de forma automatizada com o objetivo de diferenciar os processos e produtos em casos específicos, como nanocelulose;
- Realizar análises de monitoramento e prospecção tecnológica em nanotecnologia em setores de interesse;
- Aprofundar a análise do relacionamento entre os subdomínios e assuntos tecnológicos, titulares, países e outras dimensões de interesses mediante a aplicação de metodologias de redes em 3D;
- Avaliar as parcerias entre instituições de pesquisa e empresa no mundo e no Brasil para o desenvolvimento da nanotecnologia;
- Realizar entrevistas com especialistas na área de nanotecnologia e nanocelulose a fim de validar os resultados e complementar as informações obtidas;
- Realizar um estudo comparativo entre o desenvolvimento tecnológico e científico no Brasil em nanotecnologia e em nanocelulose por meio de indicadores bibliométricos;

- Elaborar um sistema de monitoramento que forneça tendências de pesquisa em nanocelulose a partir de informações obtidas em bases de dados de artigos científicos e patentes;
- Aplicar conceitos de bibliometria e cientometria voltados para a compreensão do modelo da hélice tríplice em nanotecnologia.

7 REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAZIONE ITALIANA PER LA RICERCA INDUSTRIALE; CENTRO ITALIANO PER LE NANOTECNOLOGIE. **Roadmaps at 2015 on nanotechnology application in the sectors of: materials, health & medical systems, energy.** Nanoroadmap Synthesis Report, 2006. Disponível em: <http://www.nanowerk.com/nanotechnology/reports/nano_reports.php?page=2&cat=General>. Acesso em: 24 fev. 2011.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Nanotecnologia: Panorama da nanotecnologia no mundo e no brasil.** Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia>>. Acesso em: 02 fev. 2011.
- [3] GALEMBECK, F.; RIPPEL, M. M. Nanotecnologia: estratégias institucionais e de empresas. In: NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA. **Estudos estratégicos: nanotecnologia.** Brasília: NAE, 2006. p. 6-120.
- [4] SALERNO, M.; LANDONI, P.; VERGANTI, R. Designing foresight studies for Nanoscience and Nanotechnology (NST) future developments. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 75, n. 8, p. 1202-1223, oct. 2008.
- [5] ALENCAR, M.; PORTER, A.; ANTUNES, A. Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 9, p. 1661-1680, nov. 2007.
- [6] DANG, Y. et al. Trends in worldwide nanotechnology patent applications: 1991 to 2008. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 12, n. 3, p. 687-706, mar. 2010.

- [7] HUANG, Z. et al. Longitudinal nanotechnology development (1991--2002): national science foundation funding and its impact on patents. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 7, n. 4-5, p. 343-376, out. 2005.
- [8] BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Plano de ação 2007-2010**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21439.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [9] _____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatório analítico: programa de C,T&I para nanotecnologia**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0028/28213.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.
- [10] BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Workshop Nanotecnologias: Expectativas da Indústria Brasileira**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1299703073.pdf>. Acesso em: 31 out. 2011
- [11] KLEMM, D. et al. Nanocelluloses: A new family of nature-based materials. **Angewandte Chemie - International Edition**, v. 50, n. 24, p. 5438-5466, jun. 2011.
- [12] BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Panorama do Setor de Papel e Celulose**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>. Acesso em: 06 ago 2011.
- [13] ASHTON, W. B.; KLAVANS, R. A. **Keeping abreast of science and technology: technical intelligence for business**. Columbus: Battelle Press, 1997.

- [14] FULD, L. M. **The new competitor intelligence**: the complete resource for finding, analyzing, and using information about your competitors. New York: J. Wiley, 1994.
- [15] MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. New York: Mcgraw-Hill, 1993.
- [16] PORTER, A. L.; CUNNINGHAM, S. W. **Tech Mining**: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage. New Jersey: J. Wiley & Sons, 2005
- [17] OCDE. **Patent statistics manual**. Paris: OECD, 2009.
- [18] MEYER, M.; UTECHT, J. T.; GOLOUBEVA, T. Free patent information as a resource for policy analysis. **World Patent Information**, v. 25, n. 3, p. 223-231, sep. 2003.
- [19] MOGEE, M. E. Patents and Technology Intelligence. In: ASHTON, W. B.; KLAVANS, R. A. **Keeping abreast of science and technology**: technical intelligence for business. Columbus: Battelle Press, 1997.
- [20] CHAMAS, C. I. Nanotechnology intellectual property in Brazil: Preliminary research note. **World Patent Information**, v. 30, n. 2, p. 146-149, jun.2008.
- [21] PORTER, A. et al. Refining search terms for nanotechnology. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 10, n. 5, p. 715-728, oct. 2007.
- [22] MIYAZAKI, K.; ISLAM, N. Nanotechnology systems of innovation: an analysis of industry and academia research activities. **Technovation**, v. 27, n. 11, p. 661-675, nov. 2007.

- [23] LEE, P.; SU, H. Quantitative mapping of scientific research: the case of electrical conducting polymer nanocomposite. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 1, p. 132-151, jan. 2011.
- [24] BARPUJARI, I. The patent regime and nanotechnology: Issues and challenges. **Journal of Intellectual Property Rights**, v. 15, n. 3, p. 206-213, may 2010.
- [25] HULLMANN, A.; MEYER, M. Publications and patents in nanotechnology. **Scientometrics**, v. 58, n. 3, p. 507-527, jun. 2003.
- [26] SCHEU, M. et al. Mapping nanotechnology patents: the EPO approach. **World Patent Information**, v. 28, n. 3, p. 204-211, set. 2006.
- [27] VAN VELZEN, M. M. IP in nanomedicina: perspective from an IP professional in industry. **World Patent Information**, v. 30, n. 4, p. 294-299, dec. 2008.
- [28] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **TC 229 - Nanotechnologies**. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=381983>. Acesso em: 28 jan. 2011.
- [29] OSTROWSKI, A. D. et al. Nanotoxicology: characterizing the scientific literature, 2000–2007. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 11, n. 2, p. 251-257, dec. 2008.
- [30] RATNER, M. A.; RATNER, D. **Nanotechnology**: a gentle introduction to the next big idea. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [31] PALMBERG, C.; DERNIS, H.; MIGUET, C. **Nanotechnology**: an overview based on indicators and statistics. Paris: OECD, 2009.

- [32] IGAMI, M.; OKAZAKI, T. **Capturing nanotechnology's current state of development via analysis of patents**. Paris: OECD, 2007.
- [33] JUNGSMANN, D. M. **Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente**. Brasília: SENAI, 2010. Disponível em: <http://www.propintelectual.com.br/site/arquivos/publicacoes/publica_pi_docente/files/guia_docente_completo_indexado.pdf>. Acesso em 31 out. 2011.
- [34] BRASIL. Lei nº 9279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 maio 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm>. Acesso em: 22 ago. 2011.
- [35] WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **International Patent Classification**. Disponível em: <<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>> Acesso em 31 out. 2011.
- [36] NNI - NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. Disponível em: <<http://www.nano.gov/>>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [37] NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Nanotechnology**. Disponível em: <<http://www.ipt.arc.nasa.gov/nanotechnology.html>>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- [38] THE ROYAL SOCIETY. **Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties**. Disponível em: <<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [39] LEYDESDORFF, L.; ZHOU, P. Nanotechnology as a field of science: Its delineation in terms of journals and patents. **Scientometrics**, v. 70, n. 3, p. 693-713, mar. 2007.

- [40] USPTO - UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE.
Class 977 Nanotechnology Cross-Reference Art Collection.
Disponível em:
<<http://www.uspto.gov/web/patents/biochempharm/crossref.htm>>.
Acesso em: 26 jan. 2011.
- [41] OMPI - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE PROPRIIDADE INTELECTUAL.
Classificação Internacional de Patentes reformada: publicação
internet. Disponível em: <<http://pesquisa.inpi.gov.br/ipc/index.php>>.
Acesso em: 08 fev. 2011.
- [42] INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Portal INPI.**
Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 16 fev. 2011.
- [43] WIPO. **About WIPO.** Disponível em: <http://www.wipo.int/about-wipo/en/what_is_wipo.html>. Acesso em 31 out. 2011.
- [44] LUX RESEARCH. **Sizing Nanotechnology's Value Chain.** Disponível
em:
<<http://www.altassets.com/pdfs/sizingnanotechnologysvaluechain.pdf>>.
Acesso em: 14 out. 2010.
- [45] PERALTA-VIDEA, J. R. et al. Nanomaterials and the environment: a
review for the biennium 2008-2010. **Journal of Hazardous Materials**, v.
186, n. 1, p. 1-15, feb. 2011.
- [46] GUPTA, V. K.; PANGANNAYA, N. B. Carbon nanotubes: bibliometric
analysis of patents. **World Patent Information**, v. 22, n. 3, p. 185-189,
sep. 2000.
- [47] KUUSI, O.; MEYER, M. Anticipating technological breakthroughs: using
bibliographic coupling to explore the nanotubes paradigm.
Scientometrics, v. 70, n. 3, p. 759-777, mar. 2007.

- [48] DEARDO, A. Modern thermomechanical processing of microalloyed steel: a physical metallurgy perspective. In: ISS-AIME, 1995, Warrendale. **Anais...** Warrendale, 1995. p. 15-33.
- [49] MEDEIROS, E. S.; PATERNO, L. G.; MATTOSO, L. H. C. Nanotecnologia. In: DURAN, N.; MORAIS, P. C.; MATTOSO, L. H. C. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação.** São Paulo: Artliber, 2006.
- [50] BINNIG, G.; et al. Surface studies by scanning tunneling microscopy. **Physical Review Letters**, v. 49, n. 1, p. 57, jul. 1982.
- [51] BINNIG, G.; QUATE, C. F.; GERBER, C. Atomic force microscope. **Physical Review Letters**, v. 56, n. 9, p. 930, mar.1986.
- [52] KROTO, H. W. et al. C60: Buckminsterfullerene. **Nature**, v. 318, n. 6042, p. 162-163, nov. 1985.
- [53] IJIMA, S. Helical microtubules of graphitic carbon. **Nature**, v. 354, n. 6348, p. 56-58, nov. 1991.
- [54] DREXLER, E. **Engines of creation: the coming era of nanotechnology.** New York: Anchor, 1987.
- [55] ESTADOS UNIDOS. **The National Nanotechnology Initiative: research and development leading to a revolution in technology and industry: supplement to the president's FY 2012 budget.** Arlington: National Nanotechnology Coordination Office, 2011. Disponível em: <http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/nni_2012_budget_supplement.pdf?q=NNI_2012_budget_supplement.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- [56] LEYDESDORFF, L. The delineation of nanoscience and nanotechnology in terms of journals and patents: a most recent update. **Scientometrics**, v. 76, n. 1, p. 159-167, may. 2008.

- [57] ROCO, M. C. **National Nanotechnology Initiative - Past, Present, Future**. 2006. Disponível em: <http://www.nano.gov/NNI_Past_Present_Future.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [58] ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovations: from National Systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, fev. 2000.
- [59] ABDALLA, M. M.; CALVOSA, M. V. D.; BATISTA, L. G. Hélice tríplice no Brasil: um ensaio acerca dos benefícios da entrada da universidade nas parcerias estatais. **Cadernos de Administração**, n. 3, 18p., jan, 2009. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/cadernos/Artigos/Cadernos_3_artigo_3.pdf>. Acesso em: 31 out. 2011.
- [60] Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Memórias da reunião de trabalho "tendências em nanociências e nanotecnologias", 2000**. Disponível em: <http://memoria.cnpq.br/noticias/noticia05_040401.htm>. Acesso em: 08 fev. 2011.
- [61] FERNANDES, M. F. M.; FILGUEIRAS, C. A. L. Um panorama da nanotecnologia no Brasil (e seus macro-desafios). **Química Nova**, v. 31, n. 8, out. 2008.
- [62] INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Alerta Tecnológico**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/informacao/alerta-tecnologico-1.html>>. Acesso em: 10 set. 2010.
- [63] RECOUVREUX, D. O. S. **Desenvolvimento de novos biomateriais baseados em celulose bacteriana para aplicações médicas e de**

engenharia de tecidos. 2008. 145 f. (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2008.

- [64] EICHHORN, S. J. et al. Review: Current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. **Journal of Materials Science**, v. 45, n. 1, p. 1-33, jan. 2010.
- [65] SIRÓ, I.; PLACKETT, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review. **Cellulose**, v. 17, n. 3, p. 459-494, jun. 2010.
- [66] KAMEL, S. Nanotechnology and its applications in lignocellulosic composites, a mini review. **eXPRESS Polymer Letters**, v. 1, n. 9, p. 546-575, set. 2007.
- [67] NOGI, M. et. al. Optically transparent nanofiber paper. **Advanced Materials**, v. 21, n. 16, p. 1595-1598, abr. 2009.
- [68] AULIN, C.; GÄLLSTEDT, M.; LINDSTRÖM, T. Oxygen and oil barrier properties of microfibrillated cellulose films and coatings. **Cellulose**, v. 17, n. 3, p. 559-574, jan. 2010.
- [69] TEIXEIRA, E. A. M. et al. Cellulose nanofibers from white and naturally colored cotton fibers. **Cellulose**, v. 17, n. 3, p. 595-606, fev. 2010.
- [70] TEIXEIRA, E. M. et al. Sugarcane bagasse whiskers: Extraction and characterizations. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 1, p. 63-66, jan. 2011.
- [71] RHIM, J.W.; NG, P. K. W. Natural biopolymer-based nanocomposite films for packaging applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 4, p. 411-433, abr. 2007.

- [72] LEITNER, J. et al. Sugar beet cellulose nanofibril-reinforced composites. **Cellulose**, v. 14, n. 5, p. 419-425, out. 2007.
- [73] INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION, EUA, Albin F. Tubark, Fred W. Snyder, Karen R. Sandberg. **Microfibrillated cellulose**. D21D1/20. US nº 4374702, 22 fev. 1983, 22 jan. 1982. Disponível em:
<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19830222&CC=US&NR=4374702A&KC=A>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [74] TUBARK, A. F.; SNYDER, F. W.; SANDBERG, K. R. Microfibrillated cellulose, a new cellulose product: properties, uses, and commercial potential. **Journal of Applied Polymer Science: Applied Polymer Symposium**, v. 30, p. 815-827, jan. 1983.
- [75] CALLISTER, W. D.; **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. São Paulo: LTC, 2002. 408p.
- [76] WAGBERG, L. et al. The build-up of polyelectrolyte multilayers of microfibrillated cellulose and cationic polyelectrolytes. **Langmuir**, v. 24, n. 3, p. 784-795, fev. 2008.
- [77] HABIBI, Y.; LUCIA, L. A.; ROJAS, O. J. Cellulose nanocrystals: chemistry, self-assembly, and applications. **Chemical Reviews**, v. 110, n. 6, p. 3479-3500, jun. 2010.
- [78] RAHIMI, M.; BEHROOZ, R. Effect of cellulose characteristic and hydrolyze conditions on morphology and size of nanocrystal cellulose extracted from wheat straw. **International Journal of Polymeric Materials**, v. 60, n. 8, p. 529-541, jul. 2011.
- [79] WIKIPEDIA. **Urochordata**. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Urochordata>>. Acesso em: 31 ago. 2011.

- [80] NARIN, F. Patent bibliometrics. **Scientometrics**, v. 30, n. 1, p. 147-155, may 1994.
- [81] OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems**: methods and examples. Paris: OECD, 1997.
- [82] PORTER, A. L.; DETAMPEL, M. J. Technology opportunities analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 49, n. 3, p. 237-255, jul. 1995.
- [83] DAIM, T. U.; RUEDA, G.; MARTIN, H.; GERDSRI, P. Forecasting emerging technologies: use of bibliometrics and patent analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 73, n. 8, p. 981-1012, out. 2006.
- [84] FARIA, L. I. L. **Prospecção tecnológica em materiais**: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico. Aplicação na análise de tratamentos de superfície resistentes ao desgaste. 2001. 187 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.
- [85] BREITZMAN, A. F. Assessing an industry's R&D focus rapidly: a case study using data-driven categorization in a consumer products area. **Competitive Intelligence Review**, v. 11, n. 1, p. 58-64, 2000.
- [86] HUANG, C; NOTTEN, A.; RASTERS, C. Nanoscience and technology publications and patents: a review of social science studies and search strategies. **The Journal Of Technology Transfer**, v. 36, n. 2, p. 145-172, jan. 2010.
- [87] DERWENT INNOVATIONS INDEX. Disponível em:
<http://apps.webofknowledge.com/DIIDW_GeneralSearch_input.do?highlighted_tab=DIIDW&product=DIIDW&last_prod=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&SID=4ApNjd7cA69LIHDNPNn>. Acesso em: 31 out. 2011.

- [88] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal de Periódicos**. Disponível em: <<http://www2.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp?urlorigem=true>>. Acesso em: 30 jan. 2011.
- [89] THOMSON. **Derwent Innovations Index: tools of the trade**. London: Thomson Scientific, 2003.
- [90] DERWENT INNOVATIONS INDEX. **Advanced Search Field Tags**. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com/WOKRS53B4/help/DII/hs_advanced_fieldtags.html>. Acesso em: 31 out 2011
- [91] SIMMONS, E.S. “Black sheep” in the patent family. **World Patent Information**, v. 31, n. 1, p. 11-18, mar. 2009.
- [92] OBSERVATOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES. **Science & technologie indicateurs**. Paris: Economica, 2010.
- [93] ALBUQUERQUE, E. M.; BAESSA, A. R.; SILVA, L. A.; ET AL. Atividade de patenteamento no Brasil e no exterior. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2005. v. 1, cap. 6, p.5 - 37.
- [94] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Banco de Teses**. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>>. Acesso em: 17 fev. 2011.
- [95] CONCELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Plataforma Lattes**. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 31 out. 2011.

- [96] BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portal do Ministério da Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/>>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [97] EUROPEAN COMMISSION. **Seventh Framework Programme**. Disponível em: <http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html>. Acesso em: 22 fev. 2011.
- [98] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Portal ABDI**. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/>>. Acesso em 01 set. 2011.
- [99] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Disponível em: <www.bracelpa.org.br>. Acesso em: 01 set. 2011.
- [100] ZOTERO. Disponível em: <<http://www.zotero.org/>>. Acesso em: 06 jan 2011.
- [101] SERRA, E. G. Considerações sobre os impactos da entrada da china na OMC. Disponível em: <<http://www.charlespennaforte.pro.br/China%20na%20OMC%20-%20Impactos.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2011.
- [102] HU; A. G.; JEFFERSON, G. H. A great wall of patents: what is behind China's recent patent explosion?. **Journal of Development Economics**, v.90, n.1, p.57-68, jan. 2009.
- [103] PETROBRAS. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [104] BRASKEM. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/>>. Acesso em 31 ago. 2011.

- [105] ACHE LABORATÓRIOS FARMACÊUTICOS. Disponível em:
<<http://www.ache.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [106] BIOLAB FARMACÊUTICA. Disponível em:
<<http://www.biolabfarma.com.br/>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [107] NANOX. Disponível em:
<http://www.nanox.com.br/site/br_empresa.html>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [108] OXITENO. Disponível em: <<http://www.oxiteno.com.br/>>. Acesso em 31 ago. 2011.
- [109] CRA PRODUTOS PARA CERÂMICA. Disponível em:
<<http://www.icra.com.br/empresa.html>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [110] DAICEL CHEMICAL INDUSTRIES. **Chronology**. Disponível em:
<<http://www.daicel.co.jp/en/profile/history.html>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [111] ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. **Rhône-Poulenc SA**. Disponível em:
<<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/501770/Rhone-Poulenc-SA>>. Acesso em 31 ago. 2011.
- [112] ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. **ITT Corporation**. Disponível em:
<<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/298049/ITT-Corporation>>. Acesso em: 31 ago. 2011.
- [113] WIPO. **Patent Cooperation Treaty**. Disponível em:
<<http://www.wipo.int/pct/en/>>. Acesso em 31 out. 2011.
- [114] RHODIA. Disponível em:
<http://www.rhodia.com.br/pt/our_company/profile/timeline_latin_america.tcm>. Acesso em: 31 out. 2011.

- [115] FIBROCEL. Disponível em: <<http://www.fibrocel.com.br>>. Acessado em 16 ago. 2011.
- [116] CNPq. **Plataforma Lattes:** João Carlos Moreschi. Disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4721508A8>>. Acesso em: 16 ago. 2011.
- [117] MEMBRACEL PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS. Disponível em: <<http://www.membracel.com.br>>. Acesso em: 16 ago. 2011.
- [118] BIONEXT PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS. Disponível em : <<http://www.bionext.com.br>>. Acesso em: 16 ago. 2011.
- [119] CORNELL UNIVERSITY. Disponível em: <<http://www.cornell.edu>>. Acesso em: 05 ago. 2011.
- [120] ADRENALINA MOTO RACING. Gel Antifuro HDR. Disponível em: <http://www.adrenalinamotoracing.com.br/det_produto.php?pro=2622>. Acesso em: 05 ago. 2011.
- [121] UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Grupo de Engenharia Genômica.** Disponível em: <<http://www.geg.ufsc.br>>. Acesso em: 12 ago 2011.

APÊNDICE A – Detalhamento sobre o patenteamento em nanotecnologia

A.1 Evolução dos depósitos de documentos de patentes em nanotecnologia

A Tabela A1 apresenta o número de documentos de patentes em nanotecnologia dos vinte maiores países detentores no período 1956-2008, separados por décadas entre 1956 e 1990 e anual a partir de 1991.

Tabela A1 Detalhamento dos depósitos de documentos de patentes para vinte principais países entre 1956 a 2008.

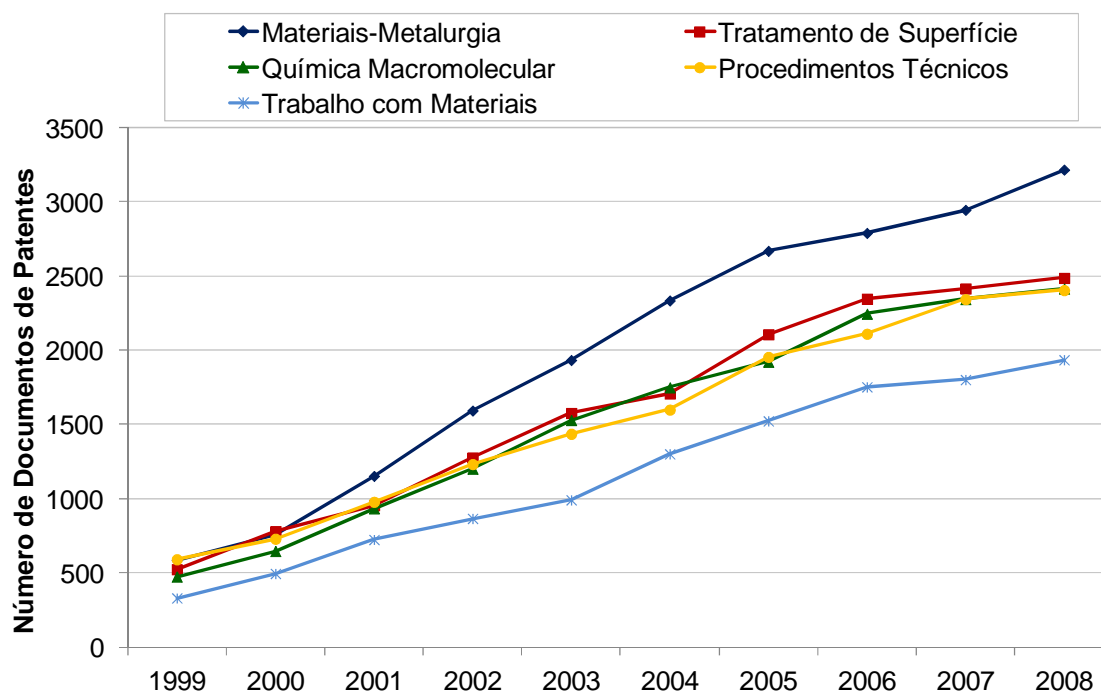
#	Países	1956-1958	1959-1968	1969-1978	1979-1988	1989-1998	1999-2008	Total de Documentos de Patentes
1	EUA	8	221	528	1556	5822	35395	45323
2	China	-	-	-	31	477	26268	36298
3	Japão	-	65	321	2327	6454	23032	33457
4	Coréia	-	-	-	5	201	13401	14794
5	Alemanha	-	25	231	532	1316	5720	8175
6	Taiwan	-	-	-	-	48	3263	3408
7	França	-	21	72	143	562	2368	3320
8	EPO*	-	-	-	50	186	2830	3282
9	Rússia	-	17	274	492	412	1713	3086
10	Reino Unido	-	33	70	211	442	1741	2592
11	Índia	-	-	-	-	64	636	776
12	Itália	-	5	6	19	79	482	620
13	Austrália	-	1	3	22	75	401	530
14	Suécia	-	3	10	17	60	317	434
15	Espanha	-	1	-	8	30	325	397
16	Brasil	-	-	-	2	8	306	329
17	Canadá	-	5	8	14	47	238	317
18	Suíça	-	7	16	34	62	138	265
19	Finlândia	-	-	1	5	20	203	251
20	Holanda	-	9	20	38	56	108	236
21	Outros	-	31	27	108	272	1534	2082

EPO: sigla em inglês para Organização Europeia de Patentes.

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

A.2 Domínios e subdomínios tecnológicos associados aos documentos de patentes mundiais em nanotecnologia

A Figura A1 apresenta número anual de documentos de patentes em nanotecnologia para os domínios tecnológicos no período 1999-2008.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura A1 Número anual de documentos de patentes em cada domínio tecnológico no período 1999-2008.

A Tabela A2 apresenta o desenvolvimento do patenteamento mundial em nanotecnologia para cada ano do período 1999-2008, o total de depósitos, o crescimento e a proeminência de cada um.

A.3 Subdomínios tecnológicos associados às documentos de patentes brasileiras em nanotecnologia.

A Tabela A3 apresenta o desenvolvimento brasileiro dos documentos de patentes em nanotecnologia para cada ano entre 1999 e 2008, o total de documentos de patentes no período e sua proeminência.

Tabela A2 Subdomínios tecnológicos associados à nanotecnologia geral, total de patentes, número de depósitos anuais, taxa de crescimento e proeminência para o período 1999-2008.

Subdomínio Tecnológico	N. de Doc. de Patentes	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Crescimento 1999-2008 (%)	Proeminencia (%)
Semicondutores	20189	605	766	1090	1597	1927	2337	2842	2908	2976	3141	419,2	16,8
Materiais-Metalurgia	19979	586	756	1153	1594	1934	2335	2669	2790	2946	3216	448,8	16,6
Componentes Elétricos	16618	503	662	861	1265	1626	1956	2200	2378	2558	2609	418,7	13,8
Tratamento de Superfície	16181	525	781	955	1277	1577	1709	2108	2346	2416	2487	373,7	13,4
Química Macromolecular	15467	475	647	935	1202	1530	1750	1923	2246	2344	2415	408,4	12,8
Procedimentos Técnicos	15386	592	730	979	1233	1437	1600	1955	2111	2344	2405	306,3	12,8
Análise-Mensuração-Controle	14458	571	782	1023	1172	1411	1436	1843	1907	2114	2199	285,1	12,0
Farmacêutico-Cosméticos	12829	459	635	1678	936	1073	1253	1553	1671	1784	1787	289,3	10,7
Trabalho com Materiais	11728	331	496	725	867	992	1302	1524	1753	1802	1936	484,9	9,7
Ótica	10984	497	617	762	902	987	1223	1392	1422	1608	1574	216,7	9,1
Química de Base	10063	390	510	611	763	918	1070	1262	1441	1592	1506	286,2	8,4
Biotecnologia	9023	432	686	793	858	932	821	1100	1137	1146	1118	158,8	7,5
Engenharia Médica	6372	171	273	372	456	567	681	804	1029	1041	978	471,9	5,3
Química Orgânica	5027	301	409	433	479	471	502	559	618	664	591	96,3	4,2
Audiovisual	2907	145	166	202	261	358	355	342	353	365	360	148,3	2,4
Consumo das Famílias	2728	69	81	108	149	227	297	380	423	465	529	666,7	2,3
Informática	2531	79	133	162	234	233	277	372	323	357	361	357,0	2,1
Meio Ambiente-Poluição	2455	83	89	140	182	188	243	297	360	392	481	479,5	2,0
Manutenção-Gráfica	2239	79	132	155	230	230	240	258	320	298	297	275,9	1,9
Máquinas-Ferramentas	1863	68	89	107	137	153	239	221	294	253	302	344,1	1,5
Técnicas Nucleares	1321	56	88	82	141	136	151	189	152	181	145	158,9	1,1
Produtos Agrícolas e Alimentares	1287	43	70	62	102	103	138	161	187	196	225	423,3	1,1
Telecomunicações	1248	47	61	69	100	132	143	145	170	179	202	329,8	1,0
Componentes Mecânicos	1134	25	54	63	98	112	135	141	164	161	181	624,0	0,9
Procedimentos Térmicos	1094	20	26	43	64	105	140	113	167	183	233	1065,0	0,9
Construção Civil	937	21	36	52	49	63	79	112	152	186	187	790,5	0,8
Transportes	735	24	28	52	50	83	90	84	101	113	110	358,3	0,6
Motores-Bombas-Turbinas	667	14	24	25	27	51	79	93	118	112	124	785,7	0,6
Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	586	19	38	38	32	44	53	76	88	91	107	463,2	0,5
Espacial-Armamentos	237	4	12	11	32	19	40	26	26	38	29	625,0	0,2

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Tabela A3 Número anual, total e proeminência dos documentos de patentes brasileiras em nanotecnologia associados aos subdomínios tecnológicos no período 1999-2008.

Subdomínios Tecnológicos	N. Doc. Patentes	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Proeminência (%)
Farmacêutico-Cosméticos	71	2	-	3	3	5	6	10	13	11	18	23,2
Materiais-Metalurgia	46	-	-	-	1	4	7	3	11	12	8	15,0
Procedimentos Técnicos	43	1	1	-	2	7	3	2	7	12	8	14,1
Química Macromolecular	42	-	-	1	2	3	5	5	8	14	4	13,7
Componentes Elétricos	38	-	2	2	-	4	5	2	6	12	5	12,4
Tratamento de Superfície	33	1	-	-	2	2	2	4	8	5	9	10,8
Química de Base	26	-	-	-	-	1	4	1	5	8	7	8,5
Trabalho com Materiais	25	1	-	-	1	-	3	3	5	10	2	8,2
Análise-Mensuração-Controle	20	-	1	1	2	1	3	3	2	2	5	6,5
Engenharia Médica	17	1	-	-	1	2	2	-	5	1	5	5,6
Biotecnologia	14	-	-	-	1	3	3	1	2	1	3	4,6
Meio Ambiente-Poluição	11	-	-	1	1	-	3	3	2	1	-	3,6
Semicondutores	11	-	-	-	-	2	-	-	1	5	3	3,6
Química Orgânica	9	-	-	1	-	-	1	2	-	4	1	2,9
Consumo das Famílias	6	-	-	-	-	1	-	1	1	2	1	2,0
Ótica	6	-	-	-	1	-	1	-	1	3	-	2,0
Produtos Agrícolas e Alimentares	5	-	-	-	-	2	-	1	-	1	1	1,6
Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	3	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1,0
Manutenção-Gráfica	3	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	1,0
Máquinas-Ferramentas	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1,0
Construção Civil	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	0,7
Informática	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0,3
Procedimentos Térmicos	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0,3
Telecomunicações	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0,3
Técnicas Nucleares	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,3

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

APÊNDICE B – Detalhamento sobre o patenteamento em nanocelulose

B.1 Principais titulares dos documentos de patentes em nanocelulose no período 1982-1985

A Tabela B1 relaciona os titulares dos documentos de patentes do período de 1982 a 1985, o país de origem de cada empresa e o número de documentos de patentes de cada ano. O total de documentos de patentes da Daicel Chemical Industries depositadas por quinquênios entre 1979 a 2008 está relacionado na Tabela B2. Os assuntos tecnológicos dos documentos de patentes da Daicel no período de 1982 a 1985 estão apresentados na Tabela B3.

Tabela B1 Titulares dos documentos de patente mundiais em nanocelulose no período 1982 a 1985.

Titular	País de Origem	1982	1983	1984	1985
Daicel Chemical Industries	Japão	22	5	6	5
Mitsubishi Electric	Japão	-	3	-	-
International Telephone & Telegraph	EUA	-	2	-	-
Freund Sangyo	Japão	-	-	-	1
Kobe Steel	Japão	-	-	-	1
Shin Kobe Electric Machinery	Japão	-	-	-	1
E A Delong (pessoa física)	-	-	-	1	-
Y Fukui (pessoa física)	-	-	-	1	-
Agency of Industrial S&T	Japão	-	-	-	1
Ricoh	Japão	-	-	-	1
Taiyo Kagaku	Japão	1	-	-	-
Número total de patentes/ano		23	10	7	9

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Tabela B2 Número de depósitos de documentos de patentes em nanocelulose da empresa Daicel Chemical Industries por quinquênio.

Período	N. de Patente
1979-1983	27
1984-1988	12
1989-1993	4
1994-1998	1
1999-2003	-
2004-2008	2

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Tabela B3 Assuntos tecnológicos e o número de documentos de patentes associados a eles entre 1982 e 1985 do portfólio da Daicel Chemical Industries

Código CIP	Descrição código CIP	1982	1983	1984	1985
A23L	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses A21D ou A23B-A23J; seu preparo ou tratamento, por ex., cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios, em geral.	5	2	1	1
A23G	Cacau; produtos de cacau, por ex., chocolate; substitutos de cacau ou produtos de cacau; confeitos; goma de mascar; sorvetes; preparações dos mesmos.	3	-	-	-
A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.	2	-	2	2
D21H	Composições de polpa; sua preparação não abrangida pelas subclasses D21C, D21D; impregnação ou revestimento do papel; tratamento do papel acabado não abrangido pela classe B31 ou subclasse D21G; papel não incluído em outro local.	2	2	-	-
C09D	Composições de revestimento, por ex., tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; utilização de materiais para esse fim.	2	-	-	-
C08L	Composições de compostos macromoleculares.	1	1	4	1
C08B	Polissacarídeos; seus derivados.	1	-	1	1
A61L	Métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos.	1	-	-	1
A21D	Tratamento, por ex., conservação, de farinhas ou massas, por ex., pela adição de materiais; cozimento; produtos de panificação; conservação dos mesmos.	1	1	-	-
C08J	Elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses C08B, C08C, C08F, C08G ou C08H.	1	-	-	-
A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, por ex., como desinfetantes, como pesticidas ou como herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas.	1	-	-	-
C06B	Composições explosivas ou térmicas; sua manufatura; utilização de substâncias isoladas como explosivos.	1	-	-	-
C05G	Misturas de fertilizantes pertencendo individualmente a diversas subclasses da classe C05; misturas de um ou mais fertilizantes com substâncias que não possuem atividade especificamente fertilizante, por ex., pesticidas, condicionadores do solo, agentes umectantes; fertilizantes caracterizados por sua forma.	1	-	-	-

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Tabela B3 Assuntos tecnológicos e o número de documentos de patentes associados a eles entre 1982 e 1985 do portfólio da Daicel Chemical Industries (*continuação*).

Código CIP	Descrição código CIP	1982	1983	1984	1985
A61F	Filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, por ex., stents; dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros.	1	-	-	-
B32B	Produtos em camadas, i.e., produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, por ex., em forma celular ou alveolar.	1	-	-	-
C10L	Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.	1	-	-	-
C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura.	1	-	-	-
C12R	Esquema de indexação associado às subclasses C12C-C12Q ou C12S, relativo a micro-organismos.	1	-	-	-
C09K	Matérias para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local.	-	-	1	1
B24B	Máquinas, dispositivos ou processos de esmerilhamento ou polimento; retificação ou restauração de superfícies abrasivas; alimentação ou aplicação de material de esmerilhamento e polimento ou agentes abrasivos.	-	-	-	1
B01D	Separação.	-	1	-	-
C08K	Uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não macromoleculares como ingredientes de composições.	-	1	-	-
A23K	Forragem.	-	-	-	1
H01M	Processos ou meios, por ex., baterias, para a conversão direta da energia química em energia elétrica.	-	-	-	1
D21J	Cartão de fibra; manufatura de artigos a partir de suspensões fibrosas celulósicas ou a partir de papel machê.	-	-	1	-
H01B	Cabos; condutores; isoladores; utilização de materiais específicos devido as suas propriedades condutoras, isolantes ou dielétricas.	-	-	-	1
B28B	Modelagem de argila ou de outras composições de cerâmica, escórias ou misturas contendo material cimentoso, por ex., gesso.	-	-	-	1
C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural.	-	-	1	-
C09J	Adesivos; aspectos não mecânicos de processos adesivos em geral; processos adesivos não incluídos em outro local; uso de materiais como adesivos.	-	-	1	-

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

B.2 Principais titulares de documentos de patentes em nanocelulose no período 1995-1997

A relação de titulares e seus depósitos de documentos de patentes entre 1996 e 1997 estão apresentados na Tabela B4.

Tabela B4 Relação de titulares dos documentos de patentes em nanocelulose no período 1995 a 1997.

Titular	País de Origem	1995	1996	1997
Rhodia	França	2	3	2
Rhonê-Poulenc	França	2	3	1
Tokushu Paper	Japão	1	1	1
R Cantiani (pessoa física)	-	-	2	-
Mitsubishi Paper Mills	Japão	-	1	1
Oji Paper	Japão	-	1	1
J Benchimol (pessoa física)	-	-	2	-
A Senechal (pessoa física)	-	-	2	-
G Guerin (pessoa física)	-	-	2	-
I Vicent (pessoa física)	-	-	2	-
L Peng (pessoa física)	-	-	1	-
Panac	Japão	1	-	-
E V Chekasina (pessoa física)	-	1	-	-
Nittetsu Kogyo	Japão	-	-	1
K M C L Asahi (pessoa física)	-	-	-	1
Honda Motors	Japão	-	-	1
S Herzog (pessoa física)	-	1	-	-
General Sucriere	França	1	-	-
Green Culture	-	-	1	-
R E Williamson (pessoa física)	-	-	1	-
Australian National University	Austrália	-	1	-
Commonwealth S&Ind Res Org	Austrália	-	1	-
A S Betzner (pessoa física)	-	-	1	-
Elf Atochemical	França	-	1	-
Daicel Chemical Industries	Japão	1	-	-
Asahi Kasei Medical	Japão	-	-	1
A Ariola (pessoa física)	-	-	1	-
Sony	Japão	1	-	-
Puraton	Japão	-	1	-
Saint-Louis Sucre	França	1	-	-
Número total de patentes/ano		9	8	7

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

B.3 Distribuição geográfica de documentos de patentes em nanocelulose

O número de depósitos anual pelos países que possuem documento de patente em nanocelulose é apresentado na Tabela B5.

Tabela B5 Número anual e total de documentos de patentes em nanocelulose em todos os países no período de 1979 a 2008.

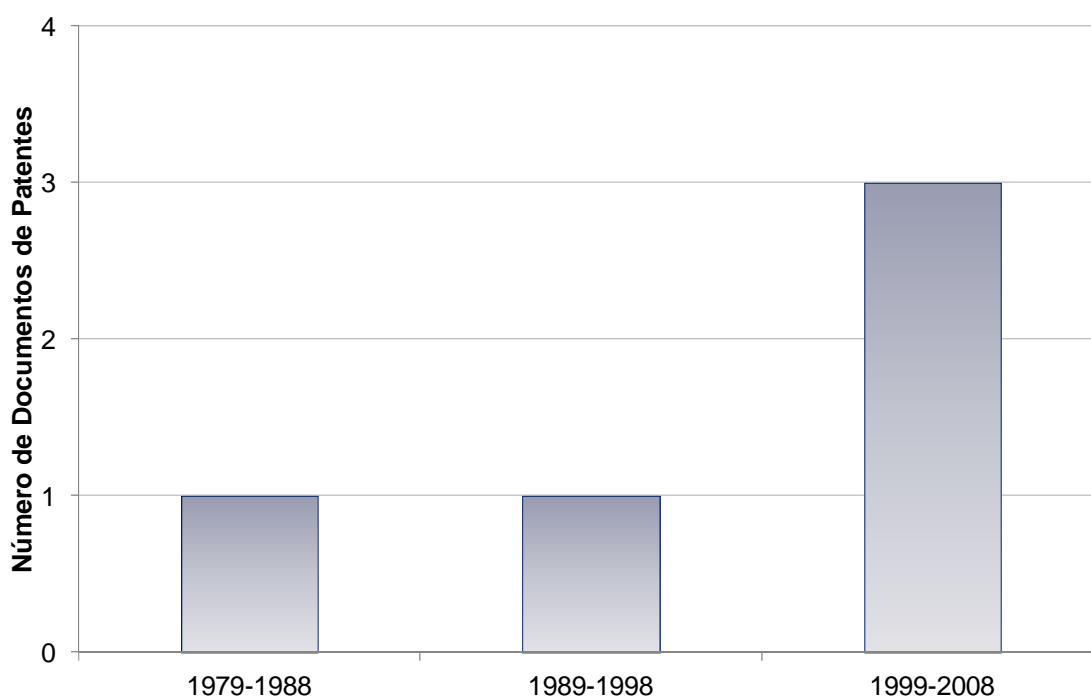
País ou região de prioridade	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	T. Doc. Patentes
Japão	-	-	-	23	8	6	9	1	2	2	1	2	2	-	5	1	4	3	5	2	4	1	4	2	6	1	4	5	17	19	139
EUA	3	2	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	3	1	5	5	3	8	5	8	14	63
França	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	4	2	3	1	1	2	1	-	1	1	-	-	-	20
China	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	1	2	3	1	3	15
EPO*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	3	6
Brasil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	6
R. Unido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2	5
Suécia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	4
Índia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	3
Portugal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Canadá	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Alemanha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Coréia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Dinamarca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Rússia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Austrália	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Finlândia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Noruega	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Polônia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1

*EPO: sigla em inglês para Organização Europeia de Patentes.

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

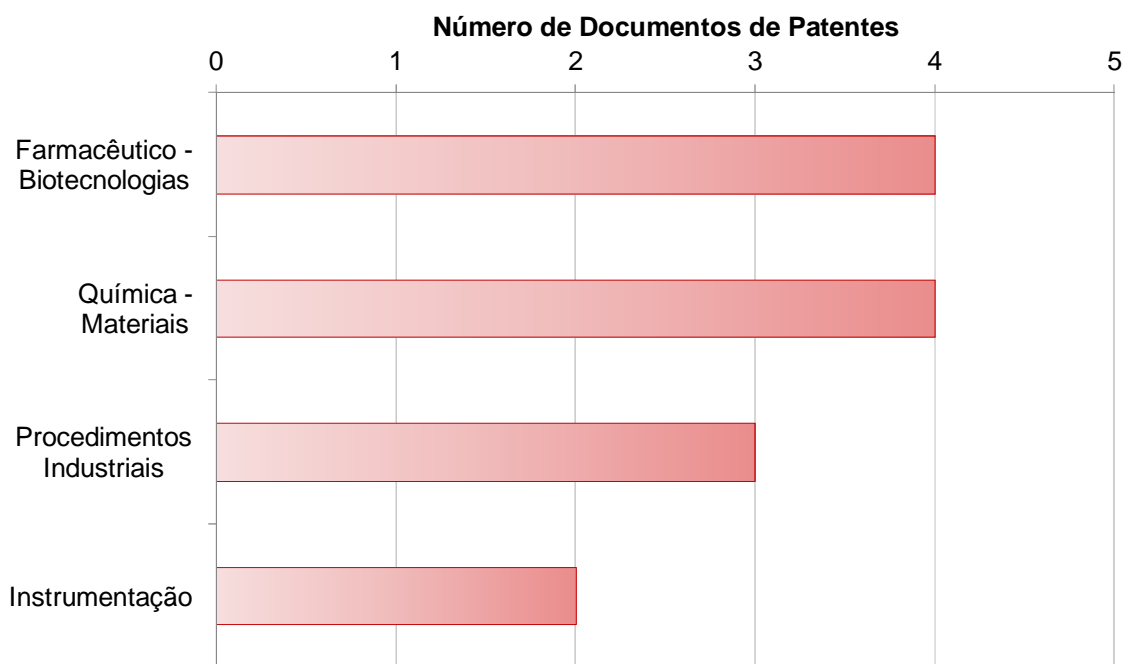
B.4 Documentos de patentes brasileiras em nanocelulose

Os depósitos do Brasil estão apresentados em décadas na Figura B1 e os domínios tecnológicos associados a estes documentos de patentes são mostrados pela Figura B2, ambos para o período 1979 a 2008. Os subdomínios e assuntos tecnológicos dos documentos de patentes brasileiros em nanocelulose estão apresentados na Tabela B6 e observações gerais sobre todos os produtos e empresas que usufruem de cada documento de patente está apresentada na Tabela B7.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura B1 Número de documentos de patentes em nanocelulose originadas no Brasil em função do tempo.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Figura B2 Domínios tecnológicos associados as documentos de patentes brasileiras em nanocelulose no período 1979-2008.

Tabela B6 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) dos documentos de patentes brasileiras no período 1979-2008.

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patente	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patente
Biotecnologia	4	C12P	Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica	4
		C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura	1
		C08L	Composições de compostos macromoleculares	3
Química Macromolecular	4	C09D	Composições de revestimento, por ex., tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; utilização de materiais para esse fim	1
		C09J	Adesivos; aspectos não mecânicos de processos adesivos em geral; processos adesivos não incluídos em outro local; uso de materiais como adesivos	1
Trabalho com Materiais	3	D21C	Produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais contendo celulose; regeneração de licores de polpa; aparelhos para esse fim	3
		D21B	Matérias-primas fibrosas ou seu tratamento mecânico	1
		D21H	Composições de polpa; sua preparação não abrangida pelas subclasses d21c, d21d; impregnação ou revestimento do papel; tratamento do papel acabado não abrangido pela classe b31 ou subclasse d21g; papel não incluído em outro local	1
Engenharia Médica	2	A61L	Métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos	2
		A61F	Filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, por ex., stents; dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros	1
Farmacêuticos - Cosméticos	1	A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas	1
Materiais - Metalurgia	1	C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural	1
Procedimentos Técnicos	1	B01D	Separação	1
		C11D	Composições de detergentes; uso de substâncias isoladas como detergentes; sabão ou fabricação do sabão; sabões de resina; recuperação do glicerol	1

Tabela B6 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) dos documentos de patentes brasileiras no período 1979-2008

(cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patente	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patente
Produtos Agrícolas e Alimentares	1	A23L	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses a21d ou a23b-a23j; seu preparo ou tratamento, por ex., cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios, em geral	1
Química de Base	1	C10M	Composições lubrificantes ; uso de substâncias químicas quer isolada, quer como ingredientes lubrificantes em uma composição lubrificante	1
		C11D	Composições de detergentes; uso de substâncias isoladas como detergentes; sabão ou fabricação do sabão; sabões de resina; recuperação do glicerol	1

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

Tabela B7 Informações referentes aos documentos de patentes em nanocelulose originados no Brasil do período 1979-2008.

Número da Patente	Ano do Depósito	Situação junto ao INPI	Titular	Inventores	Tecnologia	Observações:
BR8800781	1988	Concedida	BioFill Produtos Tecnológicos	Luiz Fernando Xavier Farah; João Carlos Moreschi; Athos de Santa Thereza Abilhoa	Processo de obtenção de nanocelulose a partir de bactérias	Atualmente a empresa Fibrocel Produtos Biotecnológicos ³⁸ é a detentora da patente e comercializa produtos como o curativo a base celulose com a marca Nexfill (que antes era chamado de Biofill) para tratamento de lesões de pele.
BR9204232	1992	Concedida	João Carlos Moreschi	João Carlos Moreschi	Processo de obtenção de nanocelulose a partir de bactérias	A titularidade da documento de patente foi dividida judicialmente entre João C. Moreschi e a Biofill Produtos Tecnológicos no ano de 2010. João C. Moreschi é professor na UFPR ³⁹ e possui outros dois documentos de patentes relacionados a obtenção de nanocelulose a partir de bactéria (BR9302655 e BR0000465). A documento de patenteBR0000465 foi depositada em cotitularidade com Julio J. P. Siqueira e está associada a empresa Membracel Produtos Biotecnológicos ⁴⁰ , que comercializa produtos voltados para o tratamento de lesões de pele.

³⁸ Informações obtidas através do site da empresa Fibrocel Produtos Biotecnológicos^[115].

³⁹ Informações obtidas a partir do currículo Lattes de João Carlos Moreschi^[116].

⁴⁰ Informações obtidas no site da Membracel Prosutos Biotecnológicos^[117].

Tabela B7 Informações referentes aos documentos de patentes em nanocelulose originados no Brasil do período 1979-2008
(cont.).

Número da Patente	Ano do Depósito	Situação junto ao INPI	Titular	Inventores	Tecnologia	Observações:
BR0205499	2002	Suspendido	Nelson Luiz Ferreira Levy	Pablo Angel Sanchez Podlech; Edna Cristina Kurokawa; Nelson Luiz Ferreira Levy	Processo de obtenção de nanocelulose a partir de bactérias	Nelson L. F. Levy é vice presidente da Bionext Produtos Tecnológicos ⁴¹ , uma empresa que desenvolve produtos a base celulose bacteriana para tratamento de lesões de pele, próteses de vasos sanguíneos, entre outros. A proteção foi estendido para proteção em outros países, o que sinaliza interesse em mercados externos. Foram encontrados dois pedidos de documentos de patentes associado a empresa Bionext (BR0901688 e BR0405990) e tratam de processos de obtenção de nanocelulose bacteriana .
BR0704448	2007	Publicado	Cornell Research Foundation	Anil N. Netravali; Xiaosong Huang; Preeti Lodha; Yuzo Yamamoto	Composição biodegradável contendo nanocelulose como reforço	Todos os inventores estão ligados a Cornell University ⁴² . Embora sejam dos EUA, o primeiro depósito foi realizado no Brasil.
BR0801712	2008	Publicado	HDR Indústrias e Comércio de Produtos Automotivos	Henrique Rossetto Moreschi; Renato Moreschi; João Carlos Moreschi	Processo de obtenção de poupas celulósicas	O site da empresa não foi encontrado. Foi identificado um produto selante da HDR que é aplicado em pneus de veículos em geral para evitar vazamentos de ar devido a ação de objetos perfurantes como pregos, pedras, etc. Aparentemente incorpora tecnologia de nanocelulose ⁴³ .

⁴¹ Informações obtidas a partir do site da empresa Bionext Produtos Biotecnológicos ^[118].

⁴² Informações obtidas no site da Cornell University ^[119].

⁴³ Informações obtidas em um site de venda de acessórios para moto ^[120].

Tabela B7 Informações referentes aos documentos de patentes em nanocelulose originados no Brasil do período 1979-2008
(cont.)

Número da Patente	Ano do Depósito	Situação junto ao INPI	Titular	Inventores	Tecnologia	Observações:
BR0803173	2008	Publicado	Universidade Federal de Santa Catarina	Renato Rambo; Luismar Marques Porto; Regina Vasconcellos; Clayton Miguel Costa; Claudimir Antônio Carmanatti; Derce de Oliveira Souza Recouvreux	Processo de obtenção de corpos tridimensionais de celulose bacteriana	Todos os inventores estão ligados a Universidade Federal de Santa Catarina. O desenvolvimento da tecnologia é, provavelmente, desdobramento do doutorado de Derce O. S. Recouvreux ⁴⁴ , que trabalhou no desenvolvimento de produtos obtidos a partir da nanocelulose bacteriana.

Fonte: Instituto Nacional da Propriedade Intelectual, sites das empresas e grupos de pesquisa e internet aberta. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

⁴⁴ Informações obtidos no site do Grupo de Engenharia Genômica da Universidade Federal de Santa Catarina ^[121].

B5 Detalhamento dos subdomínios e assuntos tecnológicos dos documentos de patentes em nanocelulose.

A Tabela B8 apresenta os subdomínios tecnológicos associados às documentos de patentes mundiais em nanocelulose, os assuntos tecnológicos codificados pela Classificação Internacional de Patentes (CIP) e o número de documentos de patentes associada a eles.

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008.

Subdomínio Tecnológico	N. doc. patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Trabalho com Materiais	139	D21H	Composições de polpa; sua preparação não abrangida pelas subclasses D21C, D21D; impregnação ou revestimento do papel; tratamento do papel acabado não abrangido pela classe B31 ou subclasse D21G; papel não incluído em outro local.	65
		C08J	Elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses C08B, C08C, C08F, C08G ou C08H.	39
		D21C	Produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais contendo celulose; regeneração de licores de polpa; aparelhos para esse fim.	23
		D01F	Características químicas da manufatura de filamentos, linhas, fibras, cerdas ou fitas artificiais; aparelhos especialmente adaptados para a manufatura de filamentos de carbono.	16
		D04H	Fabricação de tecidos, por ex., com fibras ou material filamentar ; tecidos fabricados por esses processos ou aparelhos, por ex., feltros, não tecidos; algodão em rama; enchimento.	11
		B29C	Modelagem ou união de matérias plásticas; modelagem de substâncias em estado plástico, em geral; pós-tratamento de produtos modelados, por ex., reparo.	9
		D06M	Tratamento não incluído em outro local da classe D06, de fibras, linhas, fios, tecidos, penas, ou artigos fibrosos feitos com esses materiais.	9
		D21D	Tratamento dos materiais antes de colocá-los na máquina de fabricar papel.	9
		D01D	Métodos ou aparelhos mecânicos para a manufatura de filamentos, linhas, fibras, cerdas ou fitas artificiais.	8
		D21B	Matérias-primas fibrosas ou seu tratamento mecânico.	8
		D21J	Cartão de fibra; manufatura de artigos a partir de suspensões fibrosas celulósicas ou a partir de papel machê.	7
		B29B	Preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado; fabricação de grânulos ou pré-formados; recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas.	5
		B29K	Esquema de indexação associado com as subclasses B29B, B29C ou B29D, referente aos materiais e moldagem ou materiais de reforço enchimento ou partes pré-formadas, por ex., inserções.	3
		D02G	Encrespamento ou ondulamento de fibras, filamentos, fios ou linhas; fios ou linhas.	3
B29D	Produção de objetos especiais de matérias plásticas ou de substâncias em estado plástico.	2		
B29L	Esquema de indexação associado com a subclasse B29C, referente aos artigos especiais.	2		

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Trabalho com Materiais (cont.)	139	B28B	Modelagem de argila ou de outras composições de cerâmica, escórias ou misturas contendo material cimentoso, por ex. gesso.	1
		D01C	Tratamento químico de matérias naturais filamentosas ou fibrosas para obtenção de filamentos ou fibras para fiação; carbonização de trapos para recuperar fibras animais.	1
		D02J	Acabamento ou preparação de filamentos, fios, linhas, cordões, cordas ou similares.	1
		D06L	Alvejamento, por ex., alvejamento óptico, limpeza a seco ou lavagem de fibras, linhas, fios, tecidos, penas ou artigos fibrosos manufaturados; alvejamento de couros ou peles.	1
		D06P	Tintura ou estampagem de têxteis; tintura de couros, peles ou substâncias macromoleculares sólidas.	1
		D21F	Máquinas de fabricar papel; métodos para produzir papel nas mesmas.	1
		C08L	Composições de compostos macromoleculares.	73
Química Macromolecular	111	C08B	Polissacarídeos; seus derivados.	44
		C08K	Uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não macromoleculares como ingredientes de composições.	20
		C09D	Composições de revestimento, por ex., tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; utilização de materiais para esse fim.	13
		C09J	Adesivos; aspectos não mecânicos de processos adesivos em geral; processos adesivos não incluídos em outro local; uso de materiais como adesivos.	7
		C08G	Compostos macromoleculares obtidos por reações outras que não envolve ligações insaturadas C-C.	6
		C08F	Compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas C-C.	5
		C08H	Derivados de compostos macromoleculares naturais.	2
Tratamento de Superfície	48	B32B	Produtos em camadas, i.e., produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, por ex., em forma celular ou alveolar.	42
		B05D	Processos para aplicação de líquidos ou de outros materiais fluentes a superfícies em geral.	7
		C23C	Revestimento de materiais metálicos; revestimento de materiais com materiais metálicos; tratamento da superfície de materiais metálicos por difusão, por conversão química ou substituição; revestimento por evaporação a vácuo, por pulverização catódica, por implantação de íons ou por deposição química em fase de vapor, em geral.	2
		C30B	Crescimento de monocristais e produção de material policristalino homogêneo; (...)	2
		C23G	Limpeza de materiais metálicos por outros métodos químicos que não a eletrólise.	1
		C25B	Processos eletrolíticos ou eletroforéticos para a produção de compostos ou de não metais; aparelhos para esse fim.	1

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Produtos Agrícolas e Alimentares	43	A23L	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses A21D ou A23B-A23J; seu preparo ou tratamento, por ex., cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios, em geral.	32
		A23G	Cacau; produtos de cacau, por ex., chocolate; substitutos de cacau ou produtos de cacau; confeitos; goma de mascar; sorvetes; preparações dos mesmos.	5
		A21D	Tratamento, por ex., conservação, de farinhas ou massas, por ex., pela adição de materiais; cozimento; produtos de panificação; conservação dos mesmos.	3
		A23C	Produtos de laticínio, por ex., leite, manteiga, queijo; substitutos do leite ou do queijo; produção dos mesmos.	3
		A23D	Óleos ou gorduras comestíveis, por ex., margarinas, gorduras para bolo, óleo para cozinhar.	3
		C13K	Glicose; açúcar invertido; lactose; maltose; síntese de açúcares por hidrólise dos di ou polissacarídeos.	2
		A01H	Novas plantas ou processos para obtenção das mesmas; reprodução de plantas por meio de cultura de tecidos.	1
		A23F	Café; chá; seus substitutos; manufatura, preparo, ou infusão dos mesmos.	1
		A23K	Forragem.	1
		C12G	Vinho; outras bebidas alcoólicas; sua preparação.	1
Farmacêuticos –Cosméticos	33	A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.	33
		A61P	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais.	7
		A61Q	Uso específico de cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal.	2
Procedimentos Técnicos	33	B01D	Separação.	18
		B01J	Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos.	13
		B01F	Mistura, por ex., dissolução, emulsificação, dispersão.	3
		B02C	Trituração, pulverização ou desintegração em geral; moagem do grão.	3
		B05B	Aparelhos de pulverização; aparelhos de atomização; bocais.	2

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Química de Base	28	C09K	Aplicações de materiais não incluídos em outro local.	15
		C11D	Composições de detergentes; uso de substâncias isoladas como detergentes; sabão ou fabricação do sabão; sabões de resina; recuperação do glicerol.	6
		A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, por ex., como desinfetantes, como pesticidas ou como herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas.	5
		C05F	Fertilizantes orgânicos não abrangidos pelas subclasses C05B, C05C, por ex., fertilizantes resultantes do tratamento de lixo ou refugos.	2
		C10M	Composições lubrificantes; uso de substâncias químicas quer isolada, quer como ingredientes lubrificantes em uma composição lubrificante.	2
		A01P	Atividade de compostos químicos ou preparações biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas.	1
		C05C	Fertilizantes nitrogenosos.	1
		C05G	Misturas de fertilizantes pertencendo individualmente a diversas subclasses da classe C05; misturas de um ou mais fertilizantes com substâncias que não possuem atividade especificamente fertilizante, por ex., pesticidas, condicionadores do solo, agentes umectantes; fertilizantes caracterizados por sua forma.	1
		C07B	Métodos gerais de química orgânica; aparelhos para os mesmos.	1
		C08C	Tratamento ou modificação química das borrachas.	1
Engenharia Médica	26	C10L	Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses C10G ou C10K; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.	1
		A61L	Métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos.	17
		A61F	Filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, por ex., stents; dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros.	10
		A61M	Dispositivos para introduzir matérias no corpo ou depositá-las sobre o mesmo; dispositivos para fazer circular matérias no corpo ou para dele as retirar; dispositivos para produzir ou por fim ao sono ou à letargia.	1

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Biotecnologia	22	C12P	Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura cerâmica.	16
		C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura.	9
		C12S	Processos que utilizam enzimas ou micro-organismos para liberar, separar ou purificar um composto ou uma composição pré-existent; processos que utilizam enzimas ou micro-organismos para o tratamento de têxteis ou para limpar superfícies sólidas de materiais.	3
		C07K	Peptídeos.	2
		C12M	Aparelhos para enzimologia ou microbiologia.	2
		C12Q	Processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas ou micro-organismos; suas composições ou seus papéis de teste; processos de preparação dessas composições; controle responsivo a condições do meio nos processos microbiológicos ou enzimáticos.	1
Componentes Elétricos	16	H01M	Processos ou meios, por ex., baterias, para a conversão direta da energia química em energia elétrica.	10
		H01B	Cabos; condutores; isoladores; utilização de materiais devido as suas propriedades condutoras, isolantes ou dielétricas.	7
		H01G	Capacitores; capacitores, retificadores, detectores, dispositivos de chaveamento, dispositivos sensíveis à luz, ou dispositivos sensíveis à temperatura do tipo eletrolítico.	5
		H02N	Máquinas elétricas não incluídas em outro local.	2
		H05K	Circuitos impressos; invólucros ou detalhes estruturais de aparelhos elétricos; fabricação de conjuntos de componentes elétricos.	2
Manutenção – Gráfica	14	B65D	Recipientes para armazenamento ou transporte de artigos ou materiais, por ex., sacos, barris, garrafas, caixas, latas, caixa de papelão, engradados, tambores, potes, tanques, alimentadores, containers de transporte; acessórios, fechamentos ou guarnições para os mesmos; elementos de embalagem; pacotes.	8
		B41M	Processo de impressão, duplicação, marcação ou cópia; impressão a cores.	5
		B41J	Máquinas de escrever; mecanismos de impressão seletiva, i.e. Mecanismos que imprimam de outra forma que não a partir de uma forma; correção de erros tipográficos.	4
		B65H	Manipulação de material delgado ou filamentar, por ex., folhas, tiras, cabos.	1
Materiais – Metalurgia	14	C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural.	9
		B82B	Nanoestruturas; fabricação ou seu tratamento.	3
		C01B	Elementos não metálicos; seus compostos.	2
		C21B	Manufatura de ferro ou aço.	1

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Consumo das Famílias	11	A24B	Manufatura ou preparo de tabaco para fumar ou mascar; tabaco; rapé.	2
		A24D	Charutos; cigarros; filtros para fumaça de tabaco; bocais para charutos ou cigarros; manufatura de filtros para fumaça de tabaco ou de bocais.	2
		A47K	Equipamento sanitário não incluído em outro local; acessórios para banheiros.	2
		B44C	Produção de efeitos decorativos; mosaicos; mosaico italiano; colocação de papel de parede.	2
		A24C	Máquinas para confeccionar charutos ou cigarros.	1
		A47G	Equipamento para casa ou mesa.	1
		A47J	Equipamento de cozinha; moedores de café; moedores de especiarias; aparelhos para fazer bebidas.	1
		A47L	Lavagem ou limpeza doméstica; aspiradores em geral.	1
		A63B	Aparelhos para exercícios físicos, ginástica, natação, escalada ou esgrima; jogos de bola; equipamento para exercícios.	1
		B42D	Livros; capas de livros; folhas soltas; matéria impressa de formato ou estilo especial não incluído em outro local; dispositivo para facilitar sua utilização; aparelhos para escrita ou leitura de tiras móveis.	1
		B44F	Desenhos ou quadros especiais.	1
Máquinas – Ferramentas	9	G10K	Dispositivos para produção de som ; métodos ou dispositivos para proteção contra, ou para o amortecimento, de ruído ou outras ondas acústicas em geral; acústica não incluída em outro local.	1
		B27N	Fabricação de objetos por processos a seco, com ou sem agentes de ligação orgânicos, feitos de partículas ou fibras consistindo de madeira ou outro material lignocelulósico ou similar orgânico.	6
		B27L	Remoção de cascas ou vestígios de galhos; rachamento da madeira; manufatura de folheados, varetas, aparas, fibras ou pó de madeira.	2
		B23P	Outros processos de usinagem de metal; operações combinadas; máquinas-ferramentas universais.	1
		B24B	Máquinas, dispositivos ou processos de esmerilhamento ou polimento; retificação ou restauração de superfícies abrasivas; alimentação ou aplicação de material de esmerilhamento e polimento ou agentes abrasivos.	1
		B27K	Processos, aparelhos seleção de substâncias para impregnar, colorir, tingir ou alvejar madeira ou para tratar madeira com líquidos permeabilizantes, não incluídos em outro local; tratamento químico ou físico da cortiça, da taquara, do junco, da palha ou de materiais similares.	1

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. Patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Ótica	6	G02F	Dispositivos ou disposições, nos quais o funcionamento óptico é modificado pela variação das propriedades ópticas do meio que constitui estes dispositivos ou disposições para o controle da intensidade, da cor, da fase, da polarização ou da direção da luz, por ex., comutação, abertura de porta, modulação ou demodulação; técnicas ou procedimentos necessários para o funcionamento destes; mudança de frequência; óptica não linear; elementos ópticos lógicos; conversores ópticos analógicos/digitais.	4
		G02B	Elementos, sistemas ou aparelhos ópticos.	3
		G03C	Materiais fotossensíveis para fins fotográficos ; processos fotográficos, por ex., processos cinematográficos, de raios x, de fotografia colorida, estereofotográficos; processos auxiliares para a fotografia.	1
Química Orgânica	6	C07D	Compostos heterocíclicos.	3
		C07H	Açúcares; seus derivados; nucleosídeos; nucleotídeos; ácidos nucleicos.	3
Meio Ambiente – Poluição	5	B09B	Eliminação de resíduo sólido.	2
		C02F	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos.	2
		A62D	Meios químicos para extinção de incêndio; processos para tornar inócuos ou menos nocivos os agentes químicos nocivos efetuando uma transformação química; composição de materiais para revestimentos ou roupas para proteção contra agentes químicos nocivos; composição de materiais para partes transparentes de máscaras contra gás, respiradores, sacos de ar para respiração, ou capacetes; composição de materiais químicos para uso em aparelhos respiratórios.	1
Análise - Mensuração – Controle	4	G01N	Investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas.	4
		G01R	Medição de variáveis elétricas; medição de variáveis magnéticas.	1
Audiovisual	4	H04R	Alto-falantes, microfones, captadores de toca-discos ou transdutores acústico, eletromecânicos e similares; aparelhos de surdez; sistemas de alto-falantes.	2
		G09F	Apresentação visual; publicidade; sinais; etiquetas ou chapas distintivas; selos.	1
		G09G	Disposições ou circuitos para controle de dispositivos indicadores utilizando meios estáticos para apresentação da informação variável.	1

Tabela B8 Subdomínios e assuntos tecnológicos (códigos CIP) para nanocelulose do período 1979-2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N. doc. patentes	Código CIP	Descrição do código CIP	N. doc. Patentes
Transportes	4	B60C	Pneus para veículos; enchimento de pneus; troca de pneus ou reparos nos mesmos; reparos ou ligação de válvulas aos mesmos; dispositivos ou disposições referentes a pneus.	3
		B60J	Janelas, para-brisas, capotas móveis, portas ou dispositivos similares para veículos; cobertas protetoras para veículos fora de uso.	1
		B62D	Veículos motorizados; reboques.	1
Aparelhos Agrícolas e Alimentícios	3	A01G	Horticultura; cultivo de vegetais, flores, arroz, frutas, vinhas, lúpulos ou algas; silvicultura; irrigação.	2
		A01K	Pecuária; tratamento de aves, peixes, insetos; piscicultura; criação ou reprodução de animais, não incluídos em outro local; novas criações de animais.	1
Componentes Mecânicos	3	F16C	Eixos; eixos flexíveis; elementos dos mecanismos dos eixos de manivela; peças rotativas outras que não elementos de engrenagens; mancais.	1
		F16D	Acoplamentos para transmissão de rotação ; embreagens; freios.	1
		F16L	Tubos; juntas ou acessórios para tubos; suportes para tubos, cabos ou tubulação de proteção; meios para isolamento térmico em geral.	1
Procedimentos Térmicos	2	F28F	Detalhes dos aparelhos de troca de calor ou de transferência de calor, de aplicação geral.	2
		F26B	Secagem de materiais ou de objetos sólidos extraíndo-lhes o líquido.	1
Espacial – Armamentos	1	C06B	Composições explosivas ou térmicas; sua manufatura; utilização de substâncias isoladas como explosivos.	1
Motores – Bombas – Turbinas	1	F04B	Máquinas de deslocamento positivo para líquidos; bombas.	1
Semicondutores	1	H01L	Dispositivos semicondutores; dispositivos elétricos de estado sólidos não incluídos em outro local..	1

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

B6 Subdomínios e assuntos tecnológicos para documentos de patentes no Brasil

A Tabela B9 apresenta os subdomínios tecnológicos associados as documentos de patentes em nanocelulose depositadas no Brasil, os assuntos tecnológicos codificados pela Classificação Internacional de Patentes (CIP) e o número de documentos de patentes associada a eles.

Tabela B9 Subdomínios e assuntos tecnológicos para nanocelulose depositadas no Brasil entre 1979 e 2008.

Subdomínio Tecnológico	N doc. Patentes	Código CIP	Descrição do Código CIP	N doc. Patentes
Trabalho com Materiais	17	D21C	Produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais contendo celulose; regeneração de licores de polpa; aparelhos para esse fim.	8
		D21H	Composições de polpa; sua preparação não abrangida pelas subclasses D21C, D21D; impregnação ou revestimento do papel; tratamento do papel acabado não abrangido pela classe B31 ou subclasse D21G; papel não incluído em outro local.	5
		D01F	Características químicas da manufatura de filamentos, linhas, fibras, cerdas ou fitas artificiais; aparelhos especialmente adaptados para a manufatura de filamentos de carbono.	4
		C08J	Elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses C08B, C08C, C08F, C08G ou C08H.	3
		D06M	Tratamento não incluído em outro local da classe D06, de fibras, linhas, fios, tecidos, penas, ou artigos fibrosos feitos com esses materiais.	2
		D21B	Matérias-primas fibrosas ou seu tratamento mecânico.	2
		B29C	Modelagem ou união de matérias plásticas; modelagem de substâncias em estado plástico, em geral; pós-tratamento de produtos modelados, por ex., reparo.	1
		B29K	Esquema de indexação associado com as subclasses B29B, B29C ou B29D, referente aos materiais e moldagem ou materiais de reforço enchimento ou partes pré-formadas, por ex., inserções.	1
		D01D	Métodos ou aparelhos mecânicos para a manufatura de filamentos, linhas, fibras, cerdas ou fitas artificiais.	1
		D02G	Encrespamento ou ondulamento de fibras, filamentos, fios ou linhas; fios ou linhas.	1
		D02J	Acabamento ou preparação de filamentos, fios, linhas, cordões, cordas ou similares.	1
		D04H	Fabricação de tecidos, por ex., com fibras ou material filamentar ; tecidos fabricados por esses processos ou aparelhos, por ex., feltros, não tecidos; algodão em rama; enchimento.	1
		D06L	Alvejamento, por ex., alvejamento óptico, limpeza a seco ou lavagem de fibras, linhas, fios, tecidos, penas ou artigos fibrosos manufaturados; alvejamento de couros ou peles.	1
D21D	Tratamento dos materiais antes de colocá-los na máquina de fabricar papel.	1		

Tabela B9 Subdomínios e assuntos tecnológicos para nanocelulose depositadas no Brasil entre 1979 e 2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N doc. Patentes	Código CIP	Descrição do Código CIP	N doc. Patentes
Química Macromolecular	16	C08L	Composições de compostos macromoleculares.	10
		C08B	Polissacarídeos; seus derivados.	7
		C09D	Composições de revestimento, por ex., tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; utilização de materiais para esse fim.	5
		C08K	Uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não macromoleculares como ingredientes de composições.	2
		C09J	Adesivos; aspectos não mecânicos de processos adesivos em geral; processos adesivos não incluídos em outro local; uso de materiais como adesivos.	2
Produtos Agrícolas e Alimentares	9	A23L	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses A21D ou A23B-A23J; seu preparo ou tratamento, por ex., cozimento, modificação das qualidades nutritivas, tratamento físico; conservação de alimentos ou produtos alimentícios, em geral.	7
		A01H	Novas plantas ou processos para obtenção das mesmas; reprodução de plantas por meio de técnicas de cultura de tecidos.	1
		C13K	Glicose; açúcar invertido; lactose; maltose; síntese de açúcares por hidrólise dos di ou polissacarídeos.	1
Materiais - Metalurgia	7	C04B	Cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, por ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica; refratários; tratamento da pedra natural.	6
		C21B	Manufatura de ferro ou aço.	1

Tabela B9 Subdomínios e assuntos tecnológicos para nanocelulose depositadas no Brasil entre 1979 e 2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N doc. Patentes	Código CIP	Descrição do Código CIP	N doc. Patentes
Química de Base	7	C09K	Matérias para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local.	5
		C11D	Composições de detergentes; uso de substâncias isoladas como detergentes; sabão ou fabricação do sabão; sabões de resina; recuperação do glicerol.	5
		A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, por ex., como desinfetantes, como pesticidas ou como herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas.	1
		C10M	Composições lubrificantes; uso de substâncias químicas quer isolada, quer como ingredientes lubrificantes em uma composição lubrificante.	1
Biotecnologia	6	C12P	Processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura cerâmica.	6
		C12N	Micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura.	2
		C07K	Peptídeos.	1
Engenharia Médica	6	A61F	Filtros implantáveis nos vasos sanguíneos; próteses; dispositivos que promovem desobstrução ou previnem colapso de estruturas tubulares do corpo, por ex., stents; dispositivos ortopédicos, de enfermagem ou anticoncepcionais; fomentação; tratamento ou proteção dos olhos ou ouvidos; ataduras, curativos ou almofadas absorventes; estojos para primeiros socorros.	5
		A61L	Métodos ou aparelhos para esterilizar materiais ou objetos em geral; desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; aspectos químicos de ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos; materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos.	3

Tabela B9 Subdomínios e assuntos tecnológicos para nanocelulose depositadas no Brasil entre 1979 e 2008 (cont.).

Subdomínio Tecnológico	N doc. Patentes	Código CIP	Descrição do Código CIP	N doc. Patentes
Farmacêuticos - Cosméticos	6	A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas.	6
Procedimentos Técnicos	5	B01J	Processos químicos ou físicos, por ex., catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos.	3
		B01D	Separação.	1
		B01F	Mistura, por ex., dissolução, emulsificação, dispersão.	1
		B02C	Trituração, pulverização ou desintegração em geral; moagem do grão.	1
Tratamento de Superfície	3	B32B	Produtos em camadas, i.e., produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, por ex., em forma celular ou alveolar.	2
		C23G	Limpeza ou desengorduramento de materiais metálicos por outros métodos químicos que não a eletrólise.	1
Componentes Elétricos	1	H01M	Processos ou meios, por ex., baterias, para a conversão direta da energia química em energia elétrica.	1
Ótica	1	G03C	Materiais fotossensíveis para fins fotográficos ; processos fotográficos, por ex., processos cinematográficos, de raios x, de fotografia colorida, estereofotográficos; processos auxiliares para a fotografia.	1
Química Orgânica	1	C07H	Açúcares; seus derivados; nucleosídeos; nucleotídeos; ácidos nucleicos.	1

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor da presente pesquisa.

APÊNDICE C – Desenvolvimento de programa para verificação da prioridade de origem do documento de patente

A Figura C1 apresenta um exemplo de registro bibliográfico recuperado a partir da base de dados DII, com os principais campos indicados de interesse para elaboração de indicadores destacados em vermelho. As Figuras C2, C3 e C4 são exemplos de partes de registros bibliográficos com três possíveis formas de encontrar prioridades distintas dentro do campo PI. Na Figura C2, as datas de prioridade não se repetem, na Figura C3, as datas de prioridade se repetem e há um pedido de depósito internacional⁴⁵ e na Figura C4, as datas de prioridade não se repetem e há mais do que um pedido de depósito internacional.

A presença de mais de um país na prioridade de um documento de patente é, em parte, consequência de erros de indexação de registros bibliográficos nas famílias de patentes laboradas pelas bases de dados ou estratégias organizacionais de patenteamento agressivas que usufruem de desvios nas leis nacionais e internacionais ^[91]. A obtenção da prioridade mais antiga é relevante, pois aumenta a confiabilidade do indicador final, principalmente os que envolvem países e ano, e evita contagem duplicada.

O programa para verificar a prioridade de origem como a de menor data e segue um algoritmo com a seguinte lógica:

- Se o registro apresenta apenas um país de prioridade, então ele é mantido;
- Se o registro apresenta vários países de prioridade e datas distintas de prioridade, então é selecionada a prioridade de menor data;
- Se o registro apresenta vários países com e datas iguais de prioridade, então é selecionada a prioridade do depósito internacional.

Um novo campo é criado após o tratamento, chamado PO, como mostra a Figura C5. Entre os registros bibliográficos recuperados pela expressão de busca E3, utilizada na elaboração de indicadores tecnológicos desta pesquisa,

⁴⁵ O pedido de depósito internacional é representado pela sigla WO seguido da sigla do país e o número do depósito. Por exemplo, na Figura C3 o pedido de depósito internacional foi o WOJP04908.

7.757 apresentaram um ou mais países de prioridade, o que corresponde a 4,8% do total de 160.011 registros.

PT
 PN US2005245716-A1; EP1591464-A1; JP2005314705-A; CA2505177-A1; CN1690101-A; MX2005004471-A1; US7060750-B2; KR2006046688-A; MX252491-B
 TI Adhesive, sealant or coating composition used for bonding and/or coating substrates, e.g. wood, metals, plastics or paper, comprises polyether urethanes containing reactive silane groups and polyether segments, and pigment.
 AU JANSEN C E
 FRISCH K C
 ROESLER R R
 PETHIYAGODA D
 HUDSON K E
 AE JANSEN C E (JANS-Individual)
 FRISCH K C (FRIS-Individual)
 ROESLER R R (ROES-Individual)
 PETHIYAGODA D (PETH-Individual)
 HUDSON K E (HUDS-Individual)
 BAYER MATERIALSCIENCE LLC (FARB)
 BAYER POLYMERS LLC (FARB)
 GA 2005--794093
 AB NOVELTY - (...)
 USE - (...)
 ADVANTAGE - (...)
 DETAILED DESCRIPTION - (...)
 TF TECHNOLOGY FOCUS (...)
 DC A81 (Adhesives, binders); A17 (Unsubstituted aliphatic mono-olefins, polyethylene); A23 (Polyamides, polyesters, polycarbonates, alkyls); A25 (Polyurethanes, polyethers); A82 (Coatings, impregnations, polishes); G03 (Adhesives); G02 (Inks, paints, polishes)
 MC A05-G03; A12-A05F; A12-B01K; A12-R08; G03-B02E4
 IP C08G-018/00; C08G-018/10; C08G-018/28; C08G-018/48; C08K-003/00; C09D-175/04; C09J-175/04; C09D-007/12; C09D-175/08; C09D-183/10; C09J-011/00; C09J-175/08; C09J-183/10; C09K-003/10; C08L-075/04; C08G-018/77
 PD US2005245716-A1 03 Nov 2005 C08G-018/00 200581 Pages: 12
 EP1591464-A1 02 Nov 2005 C08G-018/10 200581 English
 JP2005314705-A 10 Nov 2005 C09J-175/08 200581 Pages: 24
 CA2505177-A1 28 Oct 2005 C08L-075/04 200581 English
 CN1690101-A 02 Nov 2005 C08G-018/77 200617
 MX2005004471-A1 01 Nov 2005 C08G-018/28 200624
 US7060750-B2 13 Jun 2006 C08G-018/00 200639
 KR2006046688-A 17 May 2006 C09D-175/08 200673
 MX252491-B 13 Dec 2007 C08G-018/10 200909 Spanish
 AD US2005245716-A1 US834143 28 Apr 2004
 EP1591464-A1 EP008303 15 Apr 2005
 JP2005314705-A JP132149 28 Apr 2005
 CA2505177-A1 CA2505177 25 Apr 2005
 CN1690101-A CN10068470 28 Apr 2005
 MX2005004471-A1 MX004471 27 Apr 2005
 KR2006046688-A KR034340 26 Apr 2005
 MX252491-B MX004471 27 Apr 2005
 PI US834143 28 Apr 2004
 DS EP1591464-A1:
 (Regional): AL; AT; BA; BE; BG; CH; CY; CZ; DE; DK; EE; ES; FI; FR; GB; GR; HR; HU; IE; IS; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PL; PT; RO; SE; SI; SK; TR; YU
 FS X
 CP EP1591464-A1
 US4035557-A DU PONT DE NEMOURS & CO E I (DUPO)
 US6265517-B1 BOSTIK INC (PETF) STUART J T
 US2003229192-A1 FRISCH K C (FRIS-Individual); CRAWFORD D L (CRAW-Individual); ROESLER R R (ROES-Individual); HENDERSON K M (HEND-Individual); STROHECKER M D (STRO-Individual) FRISCH K C, CRAWFORD D L, ROESLER R R, HENDERSON K M, STROHECKER M D
 US2003232949-A1 ROESLER R R (ROES-Individual); CRAWFORD D L (CRAW-Individual); FRISCH K C (FRIS-Individual); PETHIYAGODA D (PETH-Individual); DANIELMEIER K (DANI-Individual) ROESLER R R, CRAWFORD D L, FRISCH K C, PETHIYAGODA D, DANIELMEIER K
 WO9913002-A PERFORMANCE CHEM HANDELS GMBH (PERF-Non-standard) SIKORSKI M, KLOCKEMANN W
 WO200206367-A1 ADCO PROD INC (ADCO-Non-standard) WANG X, KUBISH S D, BRIDDELL B J
 WO2005042606-A1 BAYER MATERIALSCIENCE LLC (FARB) ROESLER R R, CRAWFORD D L, FRISCH K C, PETHIYAGODA D, DANIELMEIER K
 UT DIIDW:2005794093
 ER

Fonte: Adaptado de Derwent Innovations Index.

Figura C1 Exemplo de registro bibliográfico de patente.

(...)

IP A61C-000/00; A61C-003/00; A61C-015/00
 PD WO2004112637-A2 29 Dec 2004 A61C-000/00 200508 Pages: 65 English
 US2005026103-A1 03 Feb 2005 A61C-003/00 200511
 CA2613222-A1 29 Dec 2004 A61C-015/00 200864 English
 AD WO2004112637-A2 WOUS019821 21 Jun 2004
 US2005026103-A1 US872256 18 Jun 2004
 CA2613222-A1 CA2613222 21 Jun 2004
 FD US2005026103-A1 Provisional Application US479801P
 US2005026103-A1 CIP of Application US309831
 CA2613222-A1 Based on Patent WO2004112637
 CA2613222-A1 PCT application Application WOUS019821
 PI US309831 04 Dec 2002
 US479801P 19 Jun 2003
 US872256 18 Jun 2004
 CA2613222 16 Dec 2005
 DS WO2004112637-A2:
 (National): AE; AG; AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BG; BR; BW; BY; BZ; CA; CH; CN;
 CO; CR; CU; CZ; DE; DK; DM; DZ; EC; EE; EG; ES; FI; GB; GD; GE;
 GH; GM; HR; HU; ID; IL; IN; IS; JP; KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV;
 MA; MD; MG; MK; MN; MW; MX; MZ; NA; NI; NO; NZ; OM; PG; PH; PL; PT;
 RO; RU; SC; SD; SE; SG; SK; SL; SY; TJ; TM; TN; TR; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN;
 YU; ZA; ZM; ZW
 (Regional): AT; BE; BG; BW; CH; CY; CZ; DE; DK; EA; EE; ES; FI; FR; GB; GH; GM;
 GR; HU; IE; IT; KE; LS; LU; MC; MW; MZ; NA; NL; OA; PL; PT; RO;
 SD; SE; SI; SK; SL; SZ; TR; TZ; UG; ZM; ZW
 FS X
 CP WO2004112637-A2
 US6116900-A LUMACHEM INC (LUMA-Non-standard) OSTLER C D
 US6435873-B1 3M INNOVATIVE PROPERTIES CO (MINN) BURGIO P A
 US6616447-B1 BIOLASE TECHNOLOGY INC (BIOL-Non-standard) RIZOIU I M, KIMMEL A I
 DN 138286-1-0-0 K, U
 CI R00035-K; R00035-U; R04454-K; R04454-U
 RG 0035-U
 UT DIIDW:2005075029
 ER

Fonte: Adaptado de Derwent Innovations Index.

Figura C2 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.

(...)

EP1398146-A1 Based on Patent WO2002100634
 EP1398146-A1 PCT application Application WOJP04908
 US2004095660-A1 PCT application Application WOJP04908
 AU2001264237-A1 Based on Patent WO2002100634
 AU2001264237-A1 PCT application Application WOJP04908
 JP2002536859-X Based on Patent WO2002100634
 JP2002536859-X PCT application Application WOJP04908
 US7004591-B2 Based on Patent WO2002100634
 US7004591-B2 PCT application Application WOJP04908
 PI AU264237 11 Jun 2001
 CN804966 11 Jun 2001
 EP938589 11 Jun 2001
 JP536859 11 Jun 2001
 WOJP04908 11 Jun 2001
 KR710012 02 Aug 2002
 US344582 13 Feb 2003
 DS WO2002100634-A1:
 (National): AU; BR; CA; CN; CZ; HU; ID; IN; JP; KR; MX; PL; RU; SG; SK; TR; US;
 VN; ZA
 (Regional): AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT;
 SE; TR
 EP1398146-A1:
 (Regional): AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT; LU;
 LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; TR
 (...)

Fonte: Adaptado de Derwent Innovations Index.

Figura C3 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.

```

(...)
MX249085-B Based on Patent WO2004001100
MX249085-B PCT application Application WOEP07023
EP1826294-A1 Div ex Patent EP1516076
EP1826294-A1 Div ex Application EP754753
ES2301666-T3 Based on Patent EP1516076
ES2301666-T3 EP application Application EP754753
PI AU321112 25 Jun 2002
BR015787 25 Jun 2002
CA2490464 25 Jun 2002
DE625352 25 Jun 2002
EP754753 25 Jun 2002
IL165904 25 Jun 2002
JP514605 25 Jun 2002
WOEP07023 25 Jun 2002
WOEP07023 25 Jun 2003
INKN01651 03 Nov 2004
MX011940 30 Nov 2004
US516300 09 Dec 2004
ZA010368 23 Dec 2004
EP002944 12 Feb 2007
DS WO2004001100-A1:
(National): AE; AG; AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BG; BR; BY; BZ; CA; CH; CN; CO;
CR; CU; CZ; DK; DM; DZ; EC; EE; ES; FI; GB; GD; GE; GH; GM;
HR; HU; ID; IL; IN; IS; JP; KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV; MA; MD;
(...)

```

Fonte: Adaptado de Derwent Innovations Index.

Figura C4 Exemplo de parte de um registro de documento de patente em nanotecnologia.

```

(...)
DE60225352-T2 EP application Application EP754753
CA2490464-C Based on Patent WO2004001100
CA2490464-C PCT application Application WOEP07023
AU2002321112-B2 Based on Patent WO2004001100
MX249085-B Based on Patent WO2004001100
MX249085-B PCT application Application WOEP07023
EP1826294-A1 Div ex Patent EP1516076
EP1826294-A1 Div ex Application EP754753
ES2301666-T3 Based on Patent EP1516076
ES2301666-T3 EP application Application EP754753
PI AU321112 25 Jun 2002
BR015787 25 Jun 2002
CA2490464 25 Jun 2002
DE625352 25 Jun 2002
EP754753 25 Jun 2002
IL165904 25 Jun 2002
JP514605 25 Jun 2002
WOEP07023 25 Jun 2002
WOEP07023 25 Jun 2003
INKN01651 03 Nov 2004
MX011940 30 Nov 2004
US516300 09 Dec 2004
ZA010368 23 Dec 2004
EP002944 12 Feb 2007
PO WOEP07023 25 Jun 2002
DS WO2004001100-A1:
(National): AE; AG; AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BG; BR; BY; BZ; CA; CH; CN; CO;
CR; CU; CZ; DK; DM; DZ; EC; EE; ES; FI; GB; GD; GE; GH; GM;
(...)

```

Fonte: Adaptado de Derwent Innovations Index.

Figura C5 Parte de registro bibliográfico de documento de patente (o mesmo da Figura D4) tratado pelo programa. Em vermelho encontra-se o novo campo criado (PO) com os dados corretos para elaboração de indicadores de documento de patente para país e data.