

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

ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O
MONITORAMENTO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM NANOCELULOSE

Douglas Henrique Milanez

São Carlos-SP

2015

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

ELABORAÇÃO DE INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O
MONITORAMENTO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM NANOCELULOSE

Douglas Henrique Milanez

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

Orientador: Prof. Dr. José Angelo Rodrigues Gregolin

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Agência Financiadora: CNPq (de 10/2011 até 03/2013); FAPESP (de 04/2013 até
03/2015)

São Carlos

2015

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

M637ei

Milanez, Douglas Henrique.

Elaboração de indicadores de ciência e tecnologia para o monitoramento de avanços tecnológicos em nanocelulose / Douglas Henrique Milanez. -- São Carlos : UFSCar, 2015. 187 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Nanotecnologia. 2. Prospecção tecnológica. 3. Inteligência competitiva. 4. Ciência da informação. 5. Gestão da inovação. I. Título.

CDD: 620.5 (20^a)

À minha noiva Paula

À meus pais Izilda e José.

*“Para serem amadas, as coisas da terra precisam ser conhecidas;
para serem conhecidas, as coisas divinas precisam ser amadas”*

Pascal

VITAE DO CANDIDATO

Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela UFSCar (2011)

Engenheiro de Materiais pela UFSCar (2009)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado do candidato Douglas Henrique Milanez, realizada em 27/02/2015:

Prof. Dr. Jose Angelo Rodrigues Gregolin
UFSCar

Prof. Dr. Walter José Botta Filho
UFSCar

Prof. Dr. Tomaz Toshimi Ishikawa
UFSCar

Prof. Dr. Cauê Ribeiro de Oliveira
Embrapa

Prof. Dr. Eduardo Winter
INPI

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela oportunidade de viver, sonhar, amar e sofrer, por colocar pessoas maravilhosas na minha caminhada e por providenciar momentos ímpares de aprendizado e amadurecimento.

Ao **PPGCEM** pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa e por prezar pela qualidade e excelência na formação de mestres e doutores. À **FAPESP** pelo fomento e apoio a presente pesquisa.

Aos professores **José A. R. Gregolin** e **Leandro I. L. Faria**, pela orientação, amizade e paciência, e por compartilhar suas experiências, preocupando-se com a minha formação pessoal e profissional desde os tempos de graduação.

Aos **amigos do NIT/Materiais e da UFSCar**, pelo convívio e troca de experiência, em especial, nas conversas durante o café. Agradeço especialmente aos professores **Roniberto M. Amaral** e **Daniel R. Leiva**, por suas contribuições no desenvolvimento da presente pesquisa e pela amizade. Agradeço também aos professores **José A. M. Agnelli** e **Pedro Oprime** pela importante colaboração na presente pesquisa.

Ao pesquisador **Ed Noyons**, pela orientação, colaboração, contribuições e amizade desenvolvida durante o estágio sanduíche no exterior. Agradeço também aos **colegas do CWTS** pela receptividade e troca de experiências.

A meus pais, **Izilda e José**, que tanto dedicam suas vidas em pró do meu crescimento e fortalecimento. Sou eternamente grato por tudo que me propiciaram e pelo apoio constante em todas as minhas empreitadas.

À **minha noiva, Paula**, por sua imensurável dedicação, inestimável companheirismo e total reciprocidade, estando presente em todos os momentos com palavras de incentivo, carinho e amor. Espero um dia conseguir mostrar-lhe tudo de especial que você representa em minha vida.

Aos **meus irmãos, Vitor e Mateus**, por estarem presentes em momentos importantes em minha vida, compartilhando risos e suspiros, e por contribuírem com seus conhecimentos em programação de softwares no desenvolvimento

desta e outras pesquisas. À **minha cunhada Talita**, pela amizade, confiança, incentivo e por seus dotes culinários.

Ao **meu cunhado Thiago**, cuja presença constante com palavras de encorajamento, risos e ideias, o torna uma figura de valor inestimável. Valeu Zé. A **minha sogra, Maria Isabel**, e a **meu sogro, Paulo**, que sempre me incentivaram e demonstraram total confiança em mim, por suas palavras de carinho e pela paciência.

Aos meus **familiares**, que sempre estiveram ao meu lado, encorajando-me e apoiando-me nos meus caminhos e sonhos. Sem dúvida, cada um ocupa um espaço especial em meu coração e sou muito grato a todos.

A todos meus **amigos** que contribuíram para que eu chegasse até aqui, com bons conselhos, alegria, risos e suspiros. Considero-me um sortudo e privilegiado por tê-los em minha vida.

RESUMO

A nanocelulose é um nanomaterial economicamente promissor, podendo ser obtida a partir de fontes renováveis, e tem sido alvo de pesquisas no Brasil e no mundo. Como a nanotecnologia, a nanocelulose encontra-se em estágio emergente e pode sofrer mudanças tecnológicas e regulamentares significativas que influenciam o ambiente de negócios e de pesquisa. Consequentemente, há interesse no acompanhamento dos avanços científicos e tecnológicos ocorridos e há o desafio de se analisar o grande volume de informação disponível em fontes como publicações científicas e documentos de patente. Para isso, além da tradicional mineração de dados, é importante o desenvolvimento da mineração de textos aplicada às reivindicações de patente, que pode ser considerada uma nova fronteira da elaboração de indicadores de Ciência e Tecnologia. A presente pesquisa objetivou investigar a elaboração de indicadores úteis ao monitoramento tecnológico da nanocelulose, obtidos pela mineração de dados e de textos de publicações científicas e documentos de patente, com foco em indicadores de reivindicações de patentes. Os resultados revelaram o recente aumento das publicações científicas e documentos de patente, destacando a nanocelulose como área científica e tecnológica de importância para nanotecnologia. Houve priorização dos países por celulose microfibrilada, nanofibrilas e nanocristais de celulose. O patenteamento indicou o potencial de valor mercadológico destes tipos de nanocelulose. Os avanços tecnológicos tem ocorrido principalmente nos subdomínios Química Macromolecular e Processamento de Materiais. A aplicação da nanocelulose em materiais compósitos mostrou que as tecnologias basearam-se principalmente nas classes de polímeros acrílicos e vinílicos, além da celulose. Os indicadores de reivindicações contribuíram para o detalhamento do conteúdo dos documentos de patente em nanocelulose, e as metodologias de mineração de texto desenvolvidas permitiram a obtenção de bons resultados, sobretudo na caracterização de aspectos importantes da engenharia dos materiais associados à nanocelulose, de difícil caracterização em grandes volumes de documentos por outros procedimentos.

DEVELOPING SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS TO MONITOR TECHNOLOGICAL ADVANCES IN NANOCELLULOSE

ABSTRACT

Nanocellulose is an economically promising nanomaterial that can be obtained from renewed sources. Due to its potential, it has been the subject of much research in Brazil and in the world. Nanocellulose is an emerging area and technological or regulatory changes may affect its business and research environment. Consequently, there is a high interest to follow its scientific and technological advances; however, there is a challenge to analyze the large volume of information available in scientific publication and patent documents. To deal with this task, besides the traditional data mining technique, text mining technique applied to patent claims has been developed, an area that can be considered a new frontier to develop Science and Technology indicators. This research aimed to investigate the development of useful indicators to monitor the technological advances in nanocellulose. It relied on data and text mining techniques applied to scientific publications, patent documents and patent claims. The results showed the recent increase on the number of publication and patents, highlighting nanocellulose as an important scientific and technological area for nanotechnology. Countries prioritized developments on microfibrillated cellulose, cellulose nanofibrils and nanocrystals. The patenting activity also indicated the potential value of these types of nanocellulose. The technological advances were concentrated on Macromolecular Chemistry and Materials Processing subdomains. Besides the cellulose, polymers from acrylic and vinyl classes accumulated more patents in technologies involving nanocellulose and composite materials. The claim indicators contributed to detail the content of patent documents in nanocellulose. The text mining methodology developed provided striking outcomes, especially in the characterization of important aspects of materials engineering associated with nanocellulose, a task difficult to be obtained from large volume of documents using other procedures.

PUBLICAÇÕES

- Artigos publicados em periódicos científicos:

MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M.; FARIA, L. I. L. et al. Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. *Materials Research*, v. 16, n. 3, p. 635–641, jun. 2013.

BESSI, N. C.; MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M. et al. Informação tecnológica: mapeando documentos de patente e organizações atuantes no desenvolvimento de instrumentação agropecuária. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, v. 4, n. 1, p. 107-128, jan./jun. 2013.

MILANEZ, D. H.; SCHIAVI, M. T.; AMARAL, R. M. et al. Development of carbon-based nanomaterials indicators using the analytical tools and data provided by the Web of Science database. *Materials Research*, v. 16, n. 6, p. 1282-1293, nov./dez. 2013.

MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M.; FARIA, L. I. L. et al. Patents in nanotechnology: an analysis using macro-indicators and forecasting curves. *Scientometrics*, v. 101, n. 2 p.1097-1112, nov. 2014.

MILANEZ, D. H.; CONSERVA, A. C.; AMARAL, R. M. et al. Análise de bases de dados e termos de busca para estudos bibliométricos e monitoramento científico em nanocelulose. *Em Questão*, v. 20, n. 3, dez. 2014.

FARIA, L. I. L.; BESSI, N. C.; MILANEZ, D. H. Indicadores tecnológicos: estratégia de busca de documentos de patentes relacionados à instrumentação aplicada ao agronegócio. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 31, n. 1, p. 119-144, jan./abr. 2014.

NININ, D. M.; AMARAL, R. M.; MILANEZ, D. H. et al. Indicadores de circulação do acervo da Biblioteca Comunitária da Universidade Federal de São Carlos.

TransInformação, v. 27, n. 1, p. 59-71, jan./abr. 2015.

MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M.; FARIA, L. I. L. et al. Technological indicators of nanocellulose advances obtained from data and text mining applied to patent documents. *Materials Research*. No prelo.

- Capítulos de livros:

SCHULZ, P. A. B.; LEIVA, D. R.; MILANEZ, D. H. Introdução aos nanomateriais. In: RODRIGUES, J. A.; LEIVA, D. R. (Orgs.). *Engenharia de Materiais para Todos*. 2 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 220p.

FARIA, L. I. L.; MILANEZ, D. H.; YANAI, A. E. et al. Introdução à Propriedade Intelectual. In: ISHIKAWA, T. T.; LEIVA, D. R. (Orgs.). *Aspectos Fundamentais na Formação de um Aluno de Pós-Graduação*. São Carlos: EdUFSCar, 2015. No prelo.

- Artigos completos publicados em Anais de eventos:

MILANEZ, D. H.; AMARAL, R. M.; FARIA, L. I. L. et al. Mapeamento das publicações científicas em nanomateriais a base de carbono. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 3º., 2012, Gramado. *Anais...* Gramado, 2012.

ROMANETTO, L. M.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L. Indicadores de publicação científica brasileira em nanotecnologia com uso da lista de autoridades. In:

ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 3º., 2012, Gramado. *Anais...* Gramado, 2012.

SCHIAVI, M. T.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L. Indicadores de colaboração científica em grupos de pesquisa. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 3º., 2012, Gramado. *Anais...* Gramado, 2012.

LEITE, A. L. C. B.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L. et al. Assessment of technological developments in charcoal through patent analysis. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND TECHNOLOGY OF IRONMAKING, 6th, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro: ABM, 2012. p.1623-1632.

MILANEZ, D. H.; LEITE, A. L. C. B.; SCOPEL, F.; et. al. Prospecção tecnológica em processos de obtenção de nanomateriais. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 67º., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABM, 2012. p. 3333-3343

SCOPEL, F.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L. et. al. Prospecção tecnológica sobre fibras naturais em materiais compósitos a partir da análise de documentos de patente. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 67º., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABM, 2012. p. 3309-3321

BESSI, N. C.; ARAUJO, M. A. M.; MILANEZ, D. H. et al. Polímeros nanoestruturados: aspectos de mercado e desenvolvimento utilizando indicadores tecnológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 12º, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2013.

MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L.; AMARAL, R. M. et al. Patents in nanotechnology: an analysis using macro-indicators and forecasting curves. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 14th., 2013, Viena, Austria. *Proceedings...* (v. II), Viena: AIT, 2013. p.1363-1378.

MILANEZ, D. H.; MACEDO, T. D.; FARIA, L. I. L.; et al. Assessing an interval of confidence to compile time-dependent patent indicators in nanotechnology. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 14th., 2013, Viena, Austria. *Proceedings...* (v. II), Viena: AIT, 2013. p. 1877-1880.

MILANEZ, D. H.; MILANEZ, M. G.; FARIA, L. I. L. et al. The Earliest Priority Selector for Compiling Patent Indicators. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 14th., 2013, Viena, Austria. *Proceedings...* (v. II), Viena: AIT, 2013. p. 1950-1953.

MILANEZ, D. H.; CHANCHETTI, L. F.; AMARAL, R. M. et al. Prospecção tecnológica dos processos de obtenção da nanocelulose a partir de indicadores tecnológicos. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 69^o., 2012, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABM, 2014.

CHANCHETTI, L. F.; MILANEZ, D. H.; LEIVA, D. R. et al. Prospecção tecnológica em materiais à base de magnésio para armazenamento de hidrogênio a partir de documentos de patente. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 69^o., 2012, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABM, 2014.

MILANEZ, D. H.; CONSERVA, A. C.; AMARAL, R. M. et al. Estudo dos termos de busca para recuperação de publicações científicas em nanocelulose. In:

ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4º., 2014, Recife. *Anais...* Recife, 2014.

CHANCHETTI, L. F.; MILANEZ, D. H.; LEIVA, D. R. et al. Mapeamento dos grupos de pesquisa em nanocelulose através da análise de coautoria. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4º., 2014, Recife. *Anais...* Recife, 2014.

MILANEZ, D. H.; LEIVA, D. R.; AMARAL, R. M. et al. Prospecção tecnológica sobre nanocelulose aplicada a materiais compósitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 21º., Cuiabá. *Anais...* Cuiabá, 2013.

VOGEL, M. J. M.; MILANEZ, D. H.; NOYONS, E. et al. Como ler um ranking: a proposta do Brazilian Research Ranking. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, XV, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2014. p.3422-3438.

- Softwares:

MILANEZ, D. H.; MILANEZ, M. G.; FARIA, L. I. L. et al. Earliest Priority Selector, versão 1.0. [s.l.]: NIT/Materiais, 2011. Disponível em:
<<http://www.nit.ufscar.br/index.php/software/154-earliest>> . Acesso em: 25 jan. 2015.

MILANEZ, D. H.; MILANEZ, M. G.; FARIA, L. I. L. et al. Downloader. [s.l.]: NIT/Materiais, 2011.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

| | Pág. |
|---|-------|
| BANCA EXAMINADORA..... | i |
| AGRADECIMENTOS..... | iii |
| RESUMO..... | v |
| ABSTRACT..... | vii |
| PUBLICAÇÕES..... | ix |
| SUMÁRIO..... | xv |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | xix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xxiii |
| SÍMBOLOS E ABREVIACÕES..... | xxvii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Indicadores de ciência e tecnologia como instrumento para monitoramento tecnológico em materiais..... | 1 |
| 1.2 Objetivos da pesquisa..... | 4 |
| 2 NANOTECNOLOGIA, NANOCELULOSE E SEU MONITORAMENTO TECNOLÓGICO..... | 7 |
| 2.1 Conceituação sobre nanotecnologia e nanocelulose..... | 7 |
| 2.2 Conceituação sobre o monitoramento tecnológico em nanocelulose..... | 20 |
| 2.3 Indicadores quantitativos como ferramentas para um sistema de monitoramento tecnológico em nanocelulose e materiais em geral..... | 28 |
| 2.4 O registro bibliográfico e as reivindicações de patentes como fontes para elaboração de indicadores: potencialidades e desafios..... | 34 |
| 3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL..... | 39 |
| 3.1 Procedimento geral para elaboração de indicadores em nanocelulose..... | 39 |
| 3.2 Elaboração de indicadores científicos e tecnológicos mediante mineração de dados e de texto..... | 43 |
| 3.2.1 Indicadores de publicações científicas em nanocelulose..... | 43 |
| 3.2.2 Processamentos e cálculos aplicados às publicações científicas..... | 44 |
| 3.2.3 Indicadores de documentos de patente em nanocelulose..... | 46 |
| 3.2.4 Processamentos e cálculos aplicados aos documentos de patente..... | 48 |

| | |
|--|-----|
| 3.2.5 Extração dos tipos de nanocelulose a partir dos títulos e resumos de publicações científicas e de documentos de patente..... | 50 |
| 3.3 Elaboração de indicadores tecnológicos pela mineração de texto aplicada às reivindicações de documentos de patente..... | 51 |
| 3.3.1 Procedimento para recuperação dos textos completos de documentos de patente..... | 51 |
| 3.3.2 Processamento geral das reivindicações..... | 52 |
| 3.3.3 Processamento do corpo das reivindicações..... | 54 |
| 3.3.4 Indicadores elaborados a partir das reivindicações..... | 57 |
| 3.4 Infraestrutura, equipamentos e softwares utilizados na pesquisa..... | 60 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 63 |
| 4.1 Indicadores científico em nanocelulose..... | 63 |
| 4.1.1 Evolução das publicações científicas em nanocelulose..... | 63 |
| 4.1.2 Atuação dos países nas pesquisas científicas em nanocelulose..... | 64 |
| 4.1.3 Evolução das pesquisas considerando os diferentes tipos de nanocelulose | 67 |
| 4.1.4 Principais áreas de pesquisa em nanocelulose..... | 70 |
| 4.2 Indicadores tecnológicos em nanocelulose..... | 75 |
| 4.2.1 Evolução do patenteamento em nanocelulose..... | 74 |
| 4.2.2 Atuação dos países no desenvolvimento tecnológico em nanocelulose..... | 77 |
| 4.2.3 Evolução do patenteamento nos diferentes tipos de nanocelulose..... | 80 |
| 4.2.4 Subdomínios tecnológicos envolvidos no patenteamento em nanocelulose.... | 84 |
| 4.3 Oportunidade de melhoria nos indicadores tecnológicos em materiais: a partir das reivindicações de patentes..... | 89 |
| 4.3.1 Patenteamento nos EUA no período 2000-2011..... | 89 |
| 4.3.2 Indicadores tecnológicos sobre o conjunto de documentos associado a materiais compósitos..... | 99 |
| 4.4 Discussão final..... | 108 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 113 |
| 6 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS..... | 117 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 119 |
| APÊNDICE A. O documento de patente: formato e estrutura..... | 135 |

| | |
|---|-----|
| APÊNDICE B. Cálculo estatístico para análise da priorização de países e organizações..... | 137 |
| APÊNDICE C. Tesouro de tratamento de termos para os principais tipos de nanocelulose..... | 143 |
| APÊNDICE D. Expressões regulares empregadas no tratamento das reivindicações..... | 145 |
| APÊNDICE E. Termos associados às principais classes de polímeros..... | 147 |
| APÊNDICE F. Indicadores complementares sobre publicações científicas para as principais organizações..... | 165 |
| APÊNDICE G. Indicadores complementares sobre documentos de patente para as principais organizações..... | 171 |
| APÊNDICE H. Indicadores exploratórios sobre as reivindicações..... | 175 |
| APÊNDICE I. Indicadores complementares sobre reivindicações em função de titulares de patentes..... | 181 |
| ANEXO A. Expressão de busca modular para nanotecnologia..... | 185 |
| ANEXO B. Domínios e Subdomínios Tecnológicos..... | 187 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabela 2.1 Métodos e matérias primas empregados na obtenção de nanocelulose e nanoestruturas típicas obtidas..... | 16 |
| Tabela 2.2 Exemplo de reivindicações independentes e dependentes..... | 36 |
| Tabela 3.1 Principais necessidades de monitoramento levantadas junto a especialistas e a literatura em nanocelulose..... | 41 |
| Tabela 3.2 Tipologia básica e categorias elaboradas para classificar os preâmbulos das reivindicações..... | 54 |
| Tabela 3.3 Exemplo de polímeros agrupados conforme o tipo de cadeia..... | 57 |
| Tabela 4.1 Indicadores de perfil dos principais países que pesquisaram nanocelulose no período entre 2000 e 2013..... | 65 |
| Tabela 4.2 Percentual de publicações científicas dos principais países em função do tipo de nanocelulose para o período de 2000 a 2014..... | 69 |
| Tabela 4.3 Países que priorizaram as pesquisas em cada tipo de nanocelulose..... | 70 |
| Tabela 4.4 Perfil das principais áreas de pesquisa associada à nanocelulose..... | 72 |
| Tabela 4.5 Indicadores de perfil dos principais países que patentearam em nanocelulose no período de 2000 a 2013..... | 78 |
| Tabela 4.6 Percentual de documentos de patente depositados nos mercados americano e países triádicos no período de 2000 a 2013..... | 82 |
| Tabela 4.7 Percentual de documentos de patentes dos países pelos tipos de nanocelulose no período de 2000 a 2013..... | 83 |
| Tabela 4.8 Percentuais de documentos de patentes por tipo de nanocelulose para os principais países/região e Brasil..... | 96 |
| Tabela 4.9 Número de documentos de patentes e representatividade na amostra das classes de polímeros encontradas nas reivindicações..... | 98 |
| Tabela 4.10 Perfil dos principais países/região no período 2000-2011..... | 100 |
| Tabela 4.11 Detalhamentos extraídos dos preâmbulos separados por categoria..... | 102 |
| Tabela 4.12 Percentual de documentos dos países/região em função dos tipos de nanocelulose para o período de 2000 a 2011..... | 105 |
| Tabela 4.13 Classes de polímeros identificados no corpo das reivindicações..... | 106 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 4.14 Principais classes de polímeros para os tipos de nanocelulose dos documentos de patente em materiais compósitos no período 2000-2011..... | 108 |
| Tabela 4.15 Eficiência do reconhecimento dos tipos de nanocelulose..... | 110 |
| Tabela B.1 Número de publicações científicas de diferentes países para os tipos de nanocelulose..... | 138 |
| Tabela B.2 Total de publicações científicas para cada país (Si) e para cada tipo de nanocelulose (Sj)..... | 139 |
| Tabela B.3 Probabilidade marginal de ocorrência de publicações científicas de cada país (Pi) e tipo de nanocelulose (Pj)..... | 140 |
| Tabela B.4 Frequência esperada (Eij) de publicações científicas para cada país em função do tipo de nanocelulose..... | 140 |
| Tabela B.5. Probabilidade estatística (Zij) calculada..... | 141 |
| Tabela C.1. Expressão regular dos tipos de nanocelulose para o tratamento de termos extraídos de textos..... | 143 |
| Tabela F.1 Perfil de pesquisa em nanocelulose das principais organizações..... | 165 |
| Tabela F.2 Perfil de pesquisa das principais instituições brasileiras..... | 167 |
| Tabela G.1 Indicadores de perfil de patenteamento dos principais titulares para o período 2000 a 2013..... | 171 |
| Tabela G.2 Indicadores de perfil de patenteamento dos titulares brasileiros para o período 2000 a 2013..... | 172 |
| Tabela G.3 Número de documentos de patente por tipo para os principais titulares do patenteamento mundial em nanocelulose..... | 173 |
| Tabela H.1 Perfil das reivindicações por subdomínio tecnológico (top 20)..... | 175 |
| Tabela H.2 Total e percentual de documentos de patente, número de reivindicações total e por documento para os principais países de prioridade da amostra depositada nos EUA..... | 178 |
| Tabela I.1 Percentual de documentos de patente por categoria de reivindicação para os principais titulares..... | 181 |
| Tabela I.2 Percentual de documentos de patente para os tipos de nanocelulose em função dos principais titulares dos documentos de patente..... | 182 |
| Tabela I.3 Total de documentos de patente para os principais titulares dos documentos de patentes em materiais compósitos..... | 183 |

| | |
|--|-----|
| Tabela I.4 Tipo de nanocelulose em função das classes de materiais poliméricos para documentos de patentes envolvendo compósitos e nanocelulose..... | 184 |
| Tabela A.1 Estratégia de busca modular para Nanotecnologia..... | 185 |
| Tabela B.1 Relacionamento entre códigos CIP e os domínios e subdomínios tecnológicos..... | 187 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 2.1 Investimento público do governo dos EUA na NNI desde sua criação..... | 9 |
| Figura 2.2 Mercado mundial de nanotecnologia em milhões de dólares para 2011, 2012 e 2017..... | 13 |
| Figura 2.3 Unidade de repetição (monômero) da celulose com detalhe para o direcionamento da ligação 1 → 4..... | 14 |
| Figura 2.4 Representação idealizada (a) da nanofibrila de celulose com regiões cristalina e amorfa alternadas; e (b) de nanocristais de celulose após remoção das regiões amorfas via hidrólise ácida..... | 17 |
| Figura 2.5 Curva de crescimento logístico do acumulativo de publicações científicas em nanocelulose..... | 18 |
| Figura 2.6 Curva de crescimento logístico do acumulativo de documentos de patentes em nanocelulose..... | 19 |
| Figura 2.7 Representação esquemática e simplificada do ciclo de IC..... | 22 |
| Figura 2.8 Representação esquemática e simplificada das atividades de monitoramento dentro do contexto da prospecção tecnológica..... | 24 |
| Figura 2.9 Maturidade tecnológica do motor cerâmico voltado para a indústria automobilística..... | 26 |
| Figura 2.10 Participação de materiais (em peso) em transmissão mecânica fabricados pela Eaton em períodos distintos..... | 27 |
| Figura 2.11 Orçamento executado em 2013 para os grupos que trabalham com políticas públicas baseados em indicadores quantitativos de C&T..... | 30 |
| Figura 2.12. Principais etapas da mineração de dados..... | 31 |
| Figura 2.13. Principais etapas da mineração de textos..... | 33 |
| Figura 3.1 Procedimento geral utilizado na pesquisa..... | 39 |
| Figura 3.2 Mapa das classes de polímeros para classificação dos termos associados a polímeros..... | 56 |
| Figura 4.1. Número de publicações científicas e participação da nanocelulose nas publicações científicas em nanotecnologia no período de 2000 a 2013..... | 64 |
| Figura 4.2 Rede de colaboração dos principais países que publicaram em nanocelulose no período de 2000 a 2014..... | 66 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4.3 Evolução das publicações científicas para cada termo relacionado à celulose em escala nanométrica..... | 68 |
| Figura 4.4. Termos que refletem o conteúdo das publicações científicas pertencentes às áreas de pesquisa núcleo..... | 73 |
| Figura 4.5 Fluxo de conhecimento das áreas periféricas para as áreas núcleo..... | 74 |
| Figura 4.6 Evolução do patenteamento em nanocelulose e sua participação no patenteamento em nanotecnologia entre 2000 e 2011..... | 75 |
| Figura 4.7 Número de documentos acumulados em triênios para as perspectivas de patenteamento mundial, nos EUA (USPTO) e em países triádicos..... | 76 |
| Figura 4.8 Evolução do patenteamento por tipo de nanocelulose em quinquênios.... | 81 |
| Figura 4.9. Evolução do patenteamento por subdomínio tecnológico para o período de 2000 a 2011..... | 85 |
| Figura 4.10 Evolução do patenteamento no mercado americano (USPTO) para os principais subdomínios tecnológicos em quadriênios..... | 86 |
| Figura 4.11 Evolução do patenteamento no mercado dos países triádicos para os principais subdomínios tecnológicos..... | 87 |
| Figura 4.12 Rede de relacionamento entre tipos de nanocelulose e subdomínios tecnológicos..... | 88 |
| Figura 4.13 Número de documentos de patente total e por categoria em quadriênios..... | 90 |
| Figura 4.14 Ocorrência percentual das categorias nas reivindicações dependentes e independentes em quadriênios..... | 91 |
| Figura 4.15 Percentual de documentos de patentes por período para cada tipo de nanocelulose..... | 92 |
| Figura 4.16 Razão entre o número de reivindicações dependente sobre o número de reivindicações independentes para cada tipo de nanocelulose..... | 94 |
| Figura 4.17 Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos..... | 95 |
| Figura 4.18. Evolução do patenteamento em nanocelulose aplicada a materiais compósitos e de sua representatividade para diferentes quadriênios..... | 99 |
| Figura 4.19 Evolução do patenteamento nas categorias de reivindicação no contexto de materiais compósitos contendo nanocelulose..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.20 Evolução do percentual de documentos de patente em diferentes quadriênios para os principais tipos de nanocelulose..... | 103 |
| Figura 4.21 Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos no período 2000-2011..... | 104 |
| Figura 4.22 Evolução percentual dos documentos de patente de polímeros biodegradáveis e não biodegradáveis em função de quadriênios..... | 107 |
| Figura 4.23 Total de documentos de patente para cada tipo de nanocelulose a partir de diferentes fontes de termos..... | 109 |
| Figura 4.24 Nível de detalhamento para indicadores de documentos de patentes..... | 111 |
| Figura A.1 Exemplo de dado bibliográfico de um documento de patente..... | 136 |
| Figura F.1 Rede de colaboração entre as principais organizações que pesquisam em nanocelulose..... | 166 |
| Figura H.1 Distribuição do número de reivindicações para cada documento analisado da amostra de texto completo..... | 175 |
| Figura H.2 Número de categorias de reivindicação por documento de patente..... | 176 |
| Figura H.3 Número de documentos de patente por categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes..... | 176 |
| Figura H.4 Número de ocorrência de categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes..... | 177 |
| Figura H.5 Razão entre o número de reivindicações dependentes sobre o número de reivindicações de pendentes por categoria..... | 177 |
| Figura H.6 Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o preâmbulo ou o corpo da reivindicação (independente e dependente)..... | 178 |
| Figura H.7 Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o corpo das reivindicações independentes e dependentes..... | 179 |

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

- C&T – Ciência e Tecnologia
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CIP – Classificação Internacional de Patentes
- CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CWTS – Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia
- DEMa – Departamento de Engenharia de Materiais
- DII – Derwent Innovations Index
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPO – Escritório Europeu de Patentes
- FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
- HTML – *hypertext markup language*
- IBA – Indústria Brasileira de Árvores
- IC – Inteligência Competitiva
- ISO – Organização Internacional de Normalização
- ITT – International Telephone and Telegraph Corporation
- LNNA – Laboratório de Nanotecnologia para o Agronegócio
- micro – Micrômetro
- nano – Nanômetro
- NIT/Materiais – Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais
- nm – Nanômetro
- NNI – National Nanotechnology Initiative
- OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- OST – Observatoire des Sciences et des Techniques (França)
- P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
- PCT – Tratado de Cooperação de Patentes
- SiSNano – Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias
- TAPPI - Associação Técnica da Indústria de Papel e Celulose
- TRIAD – países triádicos
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

USPTO – Escritório Americano de Patentes e Marcas

#doc. – Número de documentos de patente

1 INTRODUÇÃO

1.1 Indicadores de ciência e tecnologia como instrumento para monitoramento tecnológico em materiais

A relevância da nanotecnologia e dos nanomateriais tem crescido cada vez mais no contexto de ciência e engenharia mundial e brasileira. Devido aos elevados orçamentos para subsidiar pesquisas e desenvolvimentos e ao grande potencial na promoção de inovações de impacto para a sociedade, a nanotecnologia tem sido alvo de atividades de monitoramento para acompanhar o seu avanço científico, tecnológico e comercial. O intuito é identificar novos acontecimentos relevantes e dar suporte à tomada de decisão de dirigentes governamentais, empresariais e institucionais, no estabelecimento de políticas públicas, no planejamento estratégico e na pesquisa e desenvolvimento de novos materiais, produtos e processos. A nanotecnologia é um campo emergente, complexo e interdisciplinar, cujo acompanhamento dos avanços científicos e tecnológicos é desafiador, exigindo novas ferramentas e metodologias de análise^[1-8].

Na base da nanotecnologia estão os nanomateriais, que possuem sua estrutura em escala nanométrica e que podem exibir comportamentos e propriedades melhorados ou totalmente novos, propiciando a criação de materiais e dispositivos^[9]. Entre os diversos nanomateriais, a nanocelulose se destaca por suas propriedades mecânicas e funcionais e por seu apelo sustentável, por ser biodegradável e obtida a partir de fontes renováveis, tais como plantas, madeiras reaproveitadas ou de reflorestamento, refugos da produção da agroindústria, entre outros. Em geral, a nanocelulose apresenta tanto propriedades mecânicas elevadas, aproveitáveis para aplicações como agente de reforço em compósitos e em papel, como propriedades funcionais que permitem seu uso como agente de barreira a gases em embalagens, papel ópticamente transparente para dispositivos eletrônicos, agente texturizante em cosméticos e alimentos, curativos e implantes

bioartificiais. A nanocelulose é o agrupamento de um conjunto de materiais à base de celulose em escala nanométrica que inclui as nanofibrilas e os nanocristais (whiskers) de celulose^[10-13].

As atividades de pesquisa e desenvolvimento em nanocelulose vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos em todo mundo^[14-19], porém, do mesmo modo que para a maioria dos nanomateriais e da nanotecnologia em geral, ainda se encontra em um estágio tecnológico considerado predominantemente emergente^[15]. Para o desenvolvimento de produtos e processos em escala industrial, existem ainda gargalos regulatórios, científicos e tecnológicos a serem transpostos. Por exemplo, há desafios no aumento da escala de laboratório para planta piloto/protótipo e desta para industrialização, na diminuição de custos de produção e aplicação, na incorporação do nanomaterial em materiais compósitos, dentre outras, gerando incertezas sobre o futuro deste nanomaterial, apesar do seu grande potencial econômico^[10-13,15,19].

Acompanhar o desenvolvimento científico, tecnológico e comercial tem sido uma tarefa cada vez mais desafiadora para instituições de pesquisa e empresas, tendo em vista o enorme volume de informação a ser analisado, gerado e disponibilizado pelos recentes avanços na comunicação e nas tecnologias da informação. Para lidar com os altos volumes de informação, uma das áreas que vem avançando é a das tecnologias de análise da informação, em especial a mineração de dados e de texto. Tais áreas são empregadas na elaboração de indicadores de ciência e tecnologia (C&T) e monitoramento tecnológico, a partir de publicações científicas e de documentos de patentes, para fornecer detalhamentos e alertas relevantes à tomada de decisão, inclusive na área de ciência e engenharia de materiais.

A mineração de dados encontra-se em um estágio mais desenvolvido em relação à mineração de textos, com metodologias e técnicas bem estabelecidas e com aplicações mais consagradas em diferentes áreas de conhecimento, inclusive em nanotecnologia. Por outro lado, há um crescente interesse no avanço da mineração de texto para melhor caracterizar o conteúdo textual e subsidiar a

tomada de decisão. Neste sentido, as reivindicações de patentes são potencialmente fonte para elaboração de indicadores de C&T de interesse para o monitoramento tecnológico, tendo em vista sua importância para revelar o conteúdo técnico da invenção apresentada no documento de patente.

A elaboração de indicadores a partir do conteúdo das reivindicações, em combinação com outros indicadores elaborados a partir dos dados bibliográficos de documentos de patente, pode contribuir significativamente para processos analíticos de monitoramento. Nesses processos incluem-se evidenciar novos avanços das tecnologias, tendências estatisticamente relevantes no patenteamento (tais como fontes para o nanomaterial, tipos de nanocelulose, composições, processos, aplicações), avanços na fabricação e aplicação de compósitos contendo nanocelulose, agentes químicos e seu uso no tratamento superficial de nanomateriais celulósicos; entre outros. Este é um tema ainda pouco aprofundado na pesquisa científica mundial, nos campos da engenharia de materiais e da ciência da informação, e representa um importante avanço para as metodologias e aplicações de indicadores de C&T e para o monitoramento tecnológico baseados na prospecção tecnológica e na inteligência competitiva.

A prospecção tecnológica e a inteligência competitiva têm sido a base da pesquisa e atuação do Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais (NIT/Materiais), sediado no Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e no qual a presente pesquisa foi desenvolvida. Desde 1994, o NIT/Materiais tem contribuído na capacitação de pessoas na pesquisa e no desenvolvimento de métodos e ferramentas para informação tecnológica e estratégica na área de materiais e processos, prospecção e gestão tecnológica, diagnóstico tecnológico em propriedade intelectual, indicadores de C&T, entre outros. O grupo de pesquisa desenvolve e atua em diversos projetos de pesquisa e extensão realizados junto a órgãos de fomento, instituições de ciência e tecnologia e empresas, tais como a FAPESP (SP), FINEP, SEBRAE (SP), IPT (SP), TECPAR (PR), INPA (AM), EMBRAPA, PETROBRAS, EATON e outras^[20]. A presente pesquisa tem o propósito de

contribuir para o desenvolvimento de novas metodologias de análise de informação a partir do conteúdo textual de documentos de patente, em especial das reivindicações, e sua combinação com outras informações, associadas à nanocelulose, para utilização no monitoramento tecnológico.

1.2 Objetivos da pesquisa

A presente pesquisa tem o objetivo investigar a elaboração de indicadores a partir de documentos de patentes e de publicações científicas, com ênfase nos indicadores elaborados a partir das reivindicações de patentes e com vistas à contribuição para o monitoramento da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico mundial e nacional da nanocelulose. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Rever a conjuntura científica e tecnológica atual da nanocelulose e os desafios para o desenvolvimento e aplicação deste nanomaterial no Brasil e no mundo, incluindo os principais materiais, processos e produtos, os agentes envolvidos, o incentivo ao desenvolvimento do nanomaterial e sua relevância para o futuro, incluindo a análise de indicadores de publicação científica e documentos de patente;
- Rever os principais conceitos da elaboração de indicadores voltados para o monitoramento tecnológico, com base na inteligência competitiva e na prospecção tecnológica, a partir da mineração de dados e de textos, e aplicá-los no contexto do desenvolvimento científico e tecnológico da nanocelulose;
- Desenvolver uma metodologia que permita a elaboração de indicadores a partir de partes não estruturadas de documentos de patente associados à nanocelulose, principalmente da reivindicação contida no pedido de patente, e analisar sua relevância para o monitoramento tecnológico desse nanomaterial;

- Elaborar indicadores a partir de dados bibliográficos estruturados de publicações científicas e de documentos de patentes em nanocelulose com vistas à sua contribuição para o monitoramento tecnológico desse nanomaterial;
- Analisar a potencialidade e as limitações das metodologias e procedimentos desenvolvidos e empregados nesta pesquisa para a elaboração de indicadores associados a outros nanomateriais que não a nanocelulose e o seu uso em sistemas de monitoramento tecnológico.

2 NANOTECNOLOGIA, NANOCELULOSE E SEU MONITORAMENTO TECNOLÓGICO

2.1 Conceituação sobre nanotecnologia e nanocelulose

As pesquisas em nanociência, de um modo geral, buscam a compreensão dos fenômenos químicos, físicos, biológicos ou mecânicos intrínsecos à escala nanométrica; enquanto que a nanotecnologia procura aproveitar-se desses conhecimentos para o desenvolvimento de novas tecnologias, materiais, produtos e processos. Ainda há diferentes visões entre as entidades de pesquisa, organizações oficiais, programas de incentivo e escritórios de patentes sobre o que a nanotecnologia seria, e não há uma definição única para este campo emergente, interdisciplinar e complexo^[4,7,21].

O significado proposto pela norma ISO TC229¹ é o que mais se aproxima do contexto das engenharias. Segundo ela, a nanotecnologia é a “compreensão e controle da matéria e os processos em escala tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100 nanômetros em uma ou mais dimensões, em que o aparecimento de fenômenos dependentes do tamanho normalmente permite novas aplicações”. A norma complementa ainda que as nanotecnologias se distinguem devido às propriedades dos materiais em nanoescala, que se diferem das propriedades de átomos e moléculas individuais e da matéria em grande dimensão (*bulk matter*), para criar materiais melhorados, dispositivos e sistemas que exploram tais propriedades^[22].

¹ Em 2005, a Organização Internacional de Normalização (ISO) criou o comitê técnico TC 229 com o propósito de fornecer requisitos técnicos, gestão da qualidade e do meio ambiente, dar suporte ao desenvolvimento do mercado, da comercialização e às estruturas de governança voluntária, à legislação e à regulamentação. As principais tarefas do comitê incluem o desenvolvimento de normas para terminologia, nomenclatura, metrologia, instrumentação, especificações para materiais de referência, metodologias de teste, modelagem e simulação, além de práticas seguras à saúde e ao meio ambiente^[22].

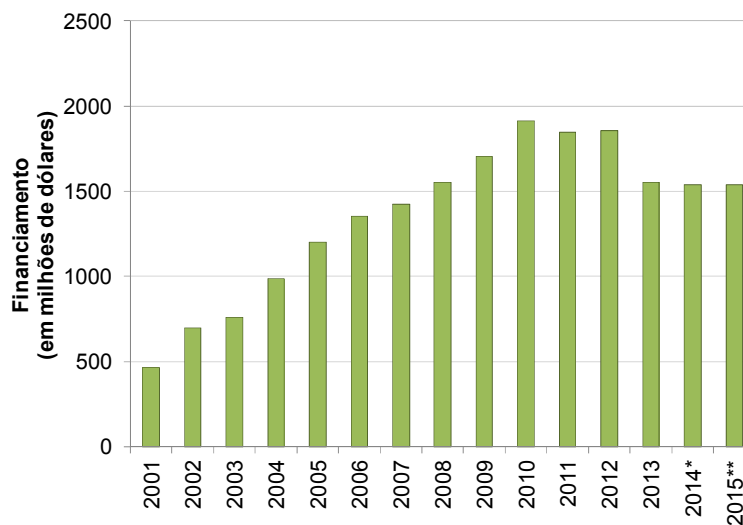
O financiamento das pesquisas em nanotecnologia ocorre desde o início dos anos 2000² por meio de programas nacionais e investimentos do setor privado^[23-26]. O gasto público com pesquisa em nanotecnologia cresceu de aproximadamente US\$ 4,5 bilhões em 2005^[23] para US\$ 10 bilhões em 2011, com perspectiva de crescimento médio em 20% nos próximos anos, acumulando US\$ 100 bilhões até 2014^[25]. Altas quantias são destinadas pelos países para o financiamento da pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia, com taxas crescentes, sobretudo, na China e na Rússia^[25,26]

Apesar do destaque chinês e russo, os EUA ainda são os principais promotores de investimento público e privado para o campo da nanotecnologia^[25]. Entre o aplicado desde 2001 até o orçado para 2015, a National Nanotechnology Initiative (NNI), iniciativa para estímulo da nanotecnologia nos EUA, recebeu mais de US\$ 21 bilhões, com investimentos acima de US\$ 1.5 bilhões desde 2008, conforme Figura 2.1. O último planejamento estratégico apresentado pela NNI, de 2014, enfatizou a visão e as diretrizes para laboratórios e instituições americanas, que inclui desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento de classe mundial para nanotecnologia; promover a transferência de novas tecnologias em produtos para o benefício comercial e público; desenvolver e manter recursos educacionais, mão de obra especializada, infraestrutura dinâmica e conjunto de ferramentas para avanço da nanotecnologia; e apoio ao desenvolvimento responsável da nanotecnologia^[27].

No Brasil, a nanotecnologia começou a ter visibilidade com iniciativas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que estabeleceu as primeiras Redes de Nanociência no ano de 2001. Em seguida, houve incentivo financeiro de pesquisas à área incluídas no Plano Plurianual de 2000-2003 e a criação de um programa específico no Plano Plurianual de 2004-2007, chamado de Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da

² O ano 2000 caracterizou-se como marco importante para os programas de incentivo a nanotecnologia, sobretudo pelo lançamento do National Nanotechnology Initiative (Iniciativa Nacional em Nanotecnologia) nos EUA^[4,23,24,28].

Nanotecnologia^[28]. Estima-se que entre 2000 e 2007 o governo brasileiro e o setor produtivo tenham aplicado R\$ 320 milhões^[29]. Deve-se salientar que este valor não contabilizou valores de bolsa de pesquisa para pós-graduação por cota de programas.



*valor previsto. ** valor solicitado.

Fonte: National Nanotechnology Initiative^[30].

Figura 2.1 Investimento público do governo dos EUA na NNI desde sua criação.

Recentemente, foi noticiado que seriam aplicados mais R\$ 440 milhões em 2013 e 2014 com o lançamento da Iniciativa Brasileira em Nanotecnologia^[31] em apoio ao Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias - SiSNano. O objetivo do programa é dar apoio à inovação em nanotecnologia nas empresas, fomentar pesquisa, desenvolvimento e inovação, formar recursos humanos, disseminar a nanotecnologia na sociedade, incentivar a cooperação internacional, apoiar a proteção da propriedade intelectual e desenvolvimento do marco legal. A governança da iniciativa, também chamada de Programa Brasileiro de Nanotecnologia, compreende os laboratórios estratégicos³ e associados⁴ que

³ Laboratórios Estratégicos: 1) Laboratório de Nanotecnologia para o Agronegócio (Embrapa Instrumentação, SP); 2) Centro de Caracterização em Nanotecnologia para Materiais e Catálise

compõem a rede SiSNano e o Conselho Interministerial⁵, cuja tarefa é integrar, coordenar e gerir a implementação de políticas, diretrizes e ações na área de nanotecnologia.

Esse engajamento brasileiro representa um passo importante para prover um ambiente favorável à industrialização e comercialização de nanotecnologias no país^[28]. Contudo, enquanto os EUA investiram mais de US\$ 20,3 bilhões de dólares, verifica-se que o Brasil, apesar do esforço do seu governo em incentivar a pesquisa em nanotecnologia de uma forma mais estruturada, investiu da ordem de R\$ 760 milhões em um período mais ou menos equivalente, com o lançamento da iniciativa brasileira nessa área. .

Apesar de impulsionada por incentivos governamentais e da iniciativa privada há mais de 10 anos^[4,5,32], a nanotecnologia encontra-se mundialmente em

(INT, RJ); 3) Laboratório Nacional de Nanotecnologia (CNPEM, SP); 4) Laboratório Multiusuário de Nanotecnologia do Cetene (Cetene, PE); 5) Laboratório de Química de Nanoestruturas de Carbono (CDTN/CNEN, MG); 6) Laboratório Estratégico de Nanometrologia do Inmetro (INMETRO, RJ); 7) Laboratório Multiusuário de Nanociências e Nanotecnologia (CBPF, RJ); e 8) Laboratório Integrado de Nanotecnologia (IPEN/CNEN, SP)^[28].

⁴ Laboratórios Associados: 1) Laboratório Regional de Nanotecnologia (UFRGS/RS); 2) Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Protocolos para Nanotecnologia (UNESP/SP); 3) Central Analítica em Técnicas de Microscopia (eletrônica e ótica) da Universidade Federal do Ceará (UFC/CE); 4) Laboratório de Síntese de Nanoestruturas e Interação com Biosistemas (UNICAMP/SP); 5) Laboratório de Caracterização Estrutural (UFSCar/SP); 6) Laboratório Associado de Desenvolvimento e Caracterização de Nanodispositivos e Nanomateriais (UFMG/MG); 7) Laboratório de Nanobiotecnologia para Desenvolvimento, Prototipagem e Validação de Produtos para o SUS (IBMP/PR); 8) Laboratórios Associados em Nanotecnologia (UFPE/PE); 9) Laboratório Associado da UFV (UFV/MG); 10) Laboratório de Nanociência e Nanotecnologia da Amazônia (UFPA/PA); 11) Laboratório de Eletroquímica e Materiais Nanoestruturados (UFABC/SP); 12) Laboratório de Engenharia de Superfícies e Materiais Nanoestruturados da COPPE (UFRJ/RJ); 13) Laboratório Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Nanoestruturas (UFSC/SC); 14) Núcleo de Bionanomanufatura (IPT/SP); 15) Centro de Componentes Semicondutores (UNICAMP/SP); 16) Núcleo de Apoio à Pesquisa em Nanotecnologia e Nanociências (USP/SP); 17) Laboratório Central em Nanotecnologia (UFPR/PR); 18) Laboratório de Fabricação e Caracterização de Nanodispositivos (PUC/RJ)^[28].

⁵ Atualmente compõem o Conselho Interministerial: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Defesa, Ministério do Desenvolvimento Industrial e do Comércio, Ministério da Educação, Ministério de Minas e Energia, Ministério da Saúde, Ministério do Trabalho e Emprego e Ministério das Relações Exteriores. Participam como convidados, por terem papel central na definição e implementação da programa, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, a Confederação Nacional da Indústria e a Financiadora de Estudos e Projetos^[28].

um estágio atual de desenvolvimento que pode ser considerado emergente. Há lacunas no conhecimento científico e tecnológico sobre o comportamento dos nanomateriais, dificuldades em aumentar a escala de produção e baixo domínio sobre os aspectos relativos aos riscos à saúde e ao meio ambiente da produção em escala industrial. Concomitantemente, também há falta de regulamentação e normalização para o manuseio, produção e descarte de nanomateriais^[5,7,23,33-36]. Em parte, esses desafios devem-se ao fato das pesquisas em nanotecnologia serem altamente complexas e envolverem disciplinas e pessoas de áreas distintas, o que a caracteriza como uma ciência colaborativa e interdisciplinar^[4,5,21,37].

Os materiais em escala nanométrica são os precursores da nanotecnologia e incluem materiais nanoestruturados ou nanoestruturas, nanopartículas, nanocompósitos, nanocápsulas, materiais nanoporosos, nanofibras, nanofios, nanotubos, filmes finos, entre outros, que podem ser agrupados ao termo nanomateriais^[4]. A Comissão Europeia define nanomaterial como^[9]:

[...] material natural, incidental ou manufaturado contendo partículas não ligadas entre si, ou em agregados ou formando aglomerados nos quais a distribuição de tamanho apresenta 50% ou mais dessas partículas com uma ou mais dimensões externas no intervalo entre 1 nm e 100 nm. Em casos específicos e justificados por preocupações ambientais, saúde, segurança ou competitividade, o limiar de 50% na distribuição de tamanho pode ser substituído por um limiar entre 1% e 50%.

Esta definição é suficientemente ampla por considerar nanomateriais que ocorrem naturalmente na natureza (como as nanoargilas), nanomateriais incidentais (como as nanopartículas decorrentes da exaustão de veículos ou de queimadas) e materiais intencionalmente nanoengenheirados (como os nanotubos de carbono, os fulerenos, a nanoprata, entre outros). A definição pressupõe a abrangência de composições que tenham no máximo 50% da distribuição de tamanho de aglomerados acima das dimensões típicas (1 nm a 100 nm), e também chama a atenção para questões de meio-ambiente, saúde, segurança e competitividade^[9].

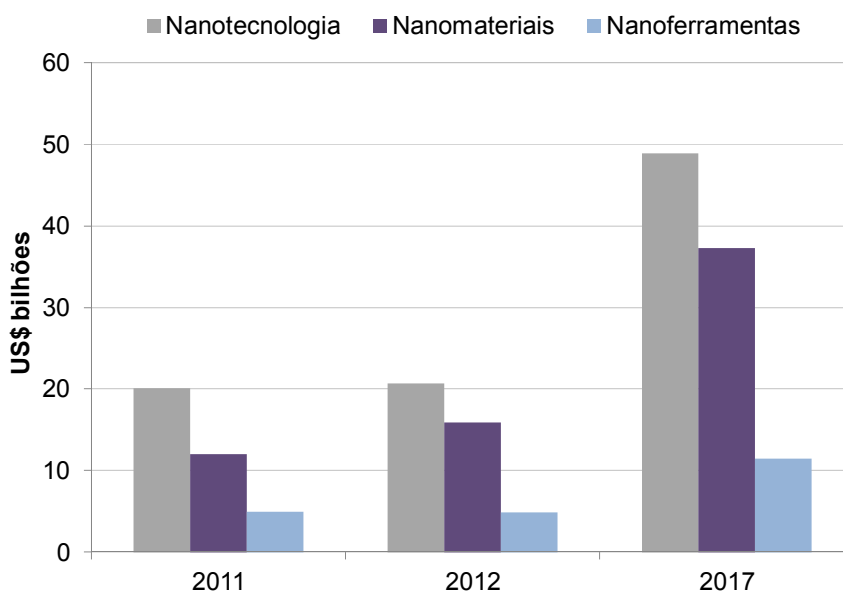
Outro ponto importante da definição apresentada é que ela considera uma condição dimensional mínima para que o material seja considerado nanomaterial. Materiais dispostos em camadas, filmes finos e superfícies nanoengenheiradas devem possuir pelo menos uma de suas dimensões na referida escala nanométrica. Nanofios, nanofibrilas (como os de celulose) e os nanotubos (como os de carbono) têm pelo menos duas de suas dimensões em nanoescala. Coloides, nanoestruturas e materiais nanoparticulados têm suas três dimensões em escala nanométrica (exemplos didáticos incluem os fulerenos e as nanopartículas de prata).

Projeções sobre o seu mercado futuro foram feitas desde a primeira metade dos anos 2000, sobretudo devido ao enorme potencial das nanotecnologias. Hoje, algumas delas são consideradas exageradas. Um exemplo foi a análise da cadeia de valores da nanotecnologia⁶, realizado pela Lux Research^[38], que contabilizou não somente o valor intrínseco dos nanomateriais, mas também o valor dos produtos finais (roupas, carros, aviões etc.) que os contivessem. Esse estudo estimou para 2015 um mercado da ordem três trilhões de dólares, sem considerar o segmento de semicondutores. O segmento mais proeminente seria o dos nanoproductos (US\$ 2,7 trilhões), enquanto que a participação dos nanomateriais foi estimada como apenas 0,5% do total da cadeia (US\$ 3 bilhões). Contudo, tem sido recomendado que esses valores superestimados pela contabilização dos produtos finais, nos quais estão incorporados os nanoproductos, deveriam ser ajustados para representar apenas a participação do nanomaterial ou do nanodispositivo no valor final do produto^[39,40]. Apesar dessa e de outras deficiências nessa projeção, ela foi a mais referenciada mundialmente em relatórios técnicos e de políticas públicas^[39].

Uma projeção aparentemente mais realista foi proposta recentemente pela BBC Research^[41], apresentada na Figura 2.2, na qual o mercado global estimado da nanotecnologia foi de aproximadamente US\$ 20,1 bilhões em 2011 e US\$ 20,7

⁶A Lux Research dividiu a cadeia de valores da nanotecnologia em nanomateriais, nanointermediários, nanoproductos e nanoferramentas^[38].

bilhões em 2012, com expectativa de atingir US\$ 48,9 bilhões em vendas para 2017. Os nanomateriais seriam os principais responsáveis pelas vendas, sendo US\$ 15,9 bilhões em 2012 e US\$ 37,3 bilhões para 2017. Um estudo anterior^[42] da mesma entidade havia projetado que a produção de todos os tipos de nanomateriais seria de 10,3 milhões de toneladas em 2010 e materiais orgânicos não poliméricos seriam os principais responsáveis pelo consumo destes nanomateriais. A parcela de nanometais seria 21% do mercado em 2010 enquanto que a das nanopartículas de óxidos metálicos seria de 15,7%. Em termos de morfologia de produtos, as fatias de mercado para filmes finos, monolíticos e compósitos seriam 25,0%, 17,4% e 3,0% respectivamente.



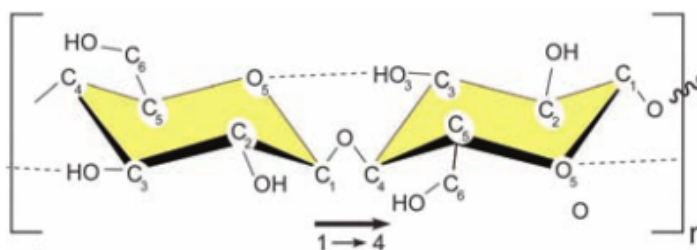
Fonte: Adaptado de BBC Research^[31].

Figura 2.2 Mercado mundial de nanotecnologia em milhões de dólares para 2011, 2012 e 2017.

Um dos nanomateriais que tem se destacado é a nanocelulose, por apresentar propriedades e comportamentos potencialmente superiores às das fibras convencionais de celulose, além de estar frequentemente associada à sustentabilidade, já que é possível obtê-la de fontes renováveis^[11-13,15-17,19,43-46].

Estima-se que o mercado norte americano⁷ para 2020 será de US\$ 250 milhões^[47] para este nanomaterial e há notícias da abertura de empresas para produção de nanocelulose, ainda que em escala piloto, no Canadá^[48,49], Finlândia^[50] e EUA^[51]. Também foi prospectado que produção de nanocelulose atingirá 780 toneladas em 2017^[47].

A celulose é um polissacarídeo (carboidrato) formado por cadeias heterogêneas, lineares e não ramificadas, com uma unidade de repetição chamada celobiose, que é composta por dois anéis de anidroglicose ligados por uma unidade de β -1,4-glicosídica, como mostrado na Figura 2.3. Em combinação com a lignina e com a hemicelulose, a celulose forma as paredes celulares das plantas, sendo provavelmente um dos polímeros mais abundantes encontrados no planeta^[11,13,19,44,52].



Fonte: Adaptado de Moon et al.^[13].

Figura 2.3 Unidade de repetição (monômero) da celulose com detalhe para o direcionamento da ligação 1 \rightarrow 4.

Nanocelulose é um termo genérico para um conjunto de materiais à base de celulose em escala nanométrica, no qual estão incluídas as nanofibrilas de celulose e os nanocristais de celulose (whiskers). Tem-se observado um aumento na diversidade de sinônimos para a nanocelulose, refletindo o aumento dos tipos de nanomateriais que podem ser enquadrados como tal^[11,13,15].

⁷Não foi possível encontrar uma estimativa para o mercado mundial de nanocelulose em documentos de acesso aberto.

Há uma diversidade de métodos de obtenção, de fontes de matérias primas e de nanoestruturas típicas da nanocelulose obtida, conforme exemplificado na Tabela 2.1. De maneira similar a outros nanomateriais, os processos de obtenção típicos da nanocelulose podem ser agrupados em^[11]:

- Processos *top-down*, nos quais as nanoestruturas são obtidas por tecnologias de miniaturização, por exemplo, os processos mecânicos para obtenção das nanofibrilas; ou hidrólise ácida para obtenção dos nanocristais de celulose;
- Processos *bottom-up*, nos quais as nanoestruturas são organizadas de acordo com as interações físicas ou químicas de átomos e molécula, por exemplo, a nanocelulose cristalina obtida por fermentação bacteriana (bactérias do gênero *Gluconacetobacter*) ou de outros seres vivos⁸.

O patenteamento dos processos de obtenção da nanocelulose vem crescendo consistentemente desde 2008, com destaque para a biossíntese bacteriana, que acumulou maior número de pedidos entre 2002 e 2011^[17].

As fontes de matéria prima para produção de nanocelulose, em relação aos processos *top-down*, incluem madeira e fibras naturais, plantas, resíduos florestais e da agricultura. Em processos *bottom-up*, as principais fontes são açúcares e alcoóis que ‘alimentam’ o processo de construção do nanomaterial durante a fermentação bacteriana. O resultado da fermentação bacteriana são nanocristais de celulose, com elevada pureza, elevada cristalinidade, estrutura regular, alta resistência mecânica, durabilidade e biocompatibilidade, sendo potenciais para aplicações médicas^[10-13,44].

⁸ Os nanocristais de celulose também são produzidos por animais marinhos conhecidos como tunicados, cujo exoesqueleto é composto basicamente de celulose e colágeno^[13,44].

Tabela 2.1 Métodos e matérias primas empregados na obtenção de nanocelulose e nanoestruturas típicas obtidas.

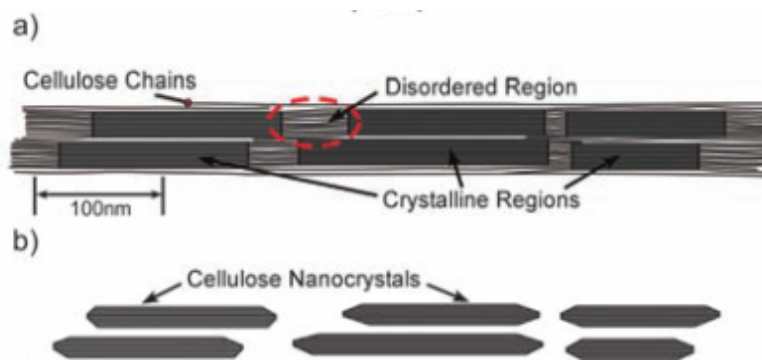
| Processos típicos de obtenção de nanocelulose | | Tipo de nanocelulose / Tamanho típico |
|---|--|--|
| Classificação | Métodos de obtenção / Fontes típicas | |
| Top-down | Métodos mecânicos com possibilidade de pré-tratamento químico ou enzimático / Madeira, cana de açúcar, beterraba, tubérculo de batata, cânhamo e linho | Nanofibrilas de cellulose / Diâmetro: 5-60 nm Comprimento: até vários micrômetros |
| | Hidrólise ácida em meio aquoso / Madeira, algodão, cânhamo, linho, palha de trigo, casca de amoreira | Nanocristais de cellulose / Diâmetro: 5-70 nm. Comprimento: 100-250 nm |
| Bottom-up | Síntese bacteriana em meio agitado ou estático (bactérias do gênero <i>Gluconacetobacter</i>) / Açúcares e alcoóis de baixo peso molecular | Celulose bacteriana (cristalina) / Diâmetro: 20-100 nm; Configuração: diferentes tipos de rede de nanofibras. |

Fontes: Adaptação de Klemm et al.^[11], Milanez et al.^[17], Siró e Plackett^[19], Eichhorn et al.^[44] e Kamei^[52].

As nanofibrilas de celulose caracterizam-se por seu perfil longo e flexível, formada por regiões alternadas de cadeias de celulose amorfas e cristalinas, como ilustrado esquematicamente na Figura 2.4. Seu módulo elástico pode variar de 78 a 114 GPa^[44], sendo superior ao de ligas de alumínio (~70 GPa) e é comparável ao de fibras de vidro (~120GPa)^[13]. Por sua vez, os nanocristais de celulose caracterizam-se pela elevada cristalinidade em relação às nanofibrilas e pelo formato de agulhas (whiskers), como resultado de processos de hidrólise ácida de fibras e nanofibrilas, que elimina as partes amorfas da cadeia de celulose. Neste processo, normalmente são utilizados ácidos clorídrico ou sulfúrico ou combinações dos mesmos^[11,13,44,53-59].

O valor do módulo de elasticidade de nanocristais de celulose pode atingir 138 GPa^[44] e, considerando a baixa densidade da celulose (1,5g/cm³) juntamente com sua elevada razão de aspecto, os nanocristais possuem grande potencial para aplicações estruturais de reforço em compósitos^[11-13,19,43,44,52,60,61]. Há indicação de boas propriedades mesomórficas (cristal líquido) de suspensões de nanocristais de celulose^[11,12]. Outras propriedades atraentes da nanocelulose e recentemente exploradas em pesquisas incluem a biocompatibilidade e biodegradabilidade^[11,12,19,43], barreira para gás^[11,13,14,19,61], absorção de água e

propriedades reológicas^[12,13,19] e propriedades óticas^[12,14,62]. Entre as principais aplicações, além de agente de reforço em compósitos e papel, pode-se citar embalagens, papel óticamente transparente para dispositivos eletrônicos, agente texturizante em cosméticos e alimentos, curativos e implantes bioartificiais^[11-14,54,63].



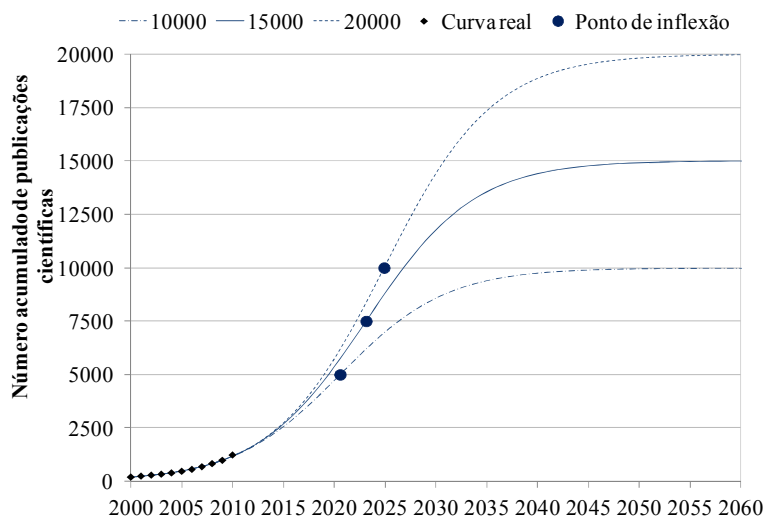
Fonte: Adaptado de Moon et al.^[12].

Figura 2.4 Representação idealizada (a) da nanofibrila de celulose com regiões cristalina e amorfa alternadas; e (b) de nanocristais de celulose após remoção das regiões amorfas via hidrólise ácida.

A nanocelulose tem potencial de se tornar um importante nanomaterial para o Brasil, já que este é um grande produtor de fibras naturais em geral^[64,65] e de celulose – 15,1 milhões de toneladas de celulose produzidas em 2013 - estando atrás somente dos EUA, China e Canadá^[66]. O Brasil também tem clima favorável e tempo de crescimento das árvores inferior ao de outros países, como os países escandinavos e o Canadá, além da adequada infraestrutura de ciência e tecnologia voltada para o agronegócio^[15].

As atividades de pesquisa e desenvolvimento da nanocelulose vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos em todo o mundo. Seu estágio de desenvolvimento é considerado emergente e há uma janela de avanços científicos e tecnológicos a ser preenchida até que se tenha a maturidade científica e tecnológica. Essa maturidade foi estimada pelo menos para meados da década de 2020 por curvas de extrapolação pelo método de crescimento logístico

das publicações científicas e dos documentos de patentes, conforme mostrado nas Figuras 2.5 e 2.6⁹. No Brasil, pesquisas científicas de importância nacional em nanocelulose têm sido realizadas com intensa participação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com o Laboratório de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), um dos laboratórios estratégicos da rede SiSNano, além de outras instituições de ciência e tecnologia e de empresas^[28,56-58,67,68].



Fonte: Web of Science. Elaborado e publicado por Milanez et al.^[15]

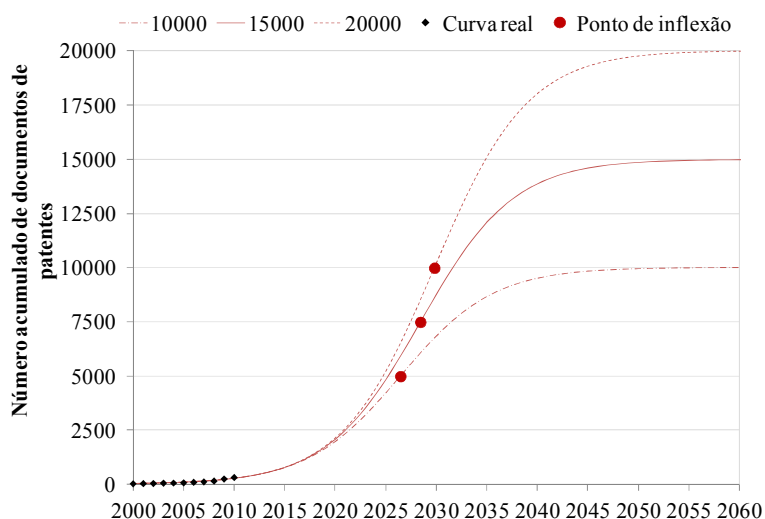
Figura 2.5 Curva de crescimento logístico do acumulativo de publicações científicas em nanocelulose.

Em termos de patenteamento mundial, verifica-se a expansão do número de depósitos nos últimos anos, com ênfase nos desenvolvimentos com materiais e química macromolecular^[4], mas poucas aplicações comerciais têm ocorrido^[4,11,13]. Os pedidos de patentes¹⁰ depositadas por brasileiros tratam principalmente da

⁹ Nos gráficos, as curvas de crescimento logístico foram calculadas com base no número acumulado de publicações científicas ou documentos de patentes (curva real, denotadas por losangos) até três limites de crescimento máximo (para linhas contínuas e pontilhadas), tendo como base curvas que melhor se adequaram aos dados acumulados conhecidos. Os pontos de inflexão denotam o ano em que o crescimento anual dos dados passa a ser negativo, ou seja, quando desenvolvimento passa do estágio emergente para o de maturação científica ou tecnológica.

¹⁰ Um pedido de patente refere-se à expectativa do depositante ou titular em obter direito de excluir terceiros do uso de sua tecnologia sem seu consentimento.

obtenção e aplicação de nanocelulose a partir da fermentação bacteriana, deixando de lado toda a fonte vegetal da rica biodiversidade encontrada no país. Há um recente crescimento no número de depósitos anuais de pedidos de patentes, acompanhando a tendência mundial, porém principalmente por não residentes¹¹, o que pode representar uma ameaça ao desenvolvimento tecnológico do nanomaterial por instituições brasileiras^[4,15-17].



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado e publicado por Milanez et al.^[15]

Figura 2.6 Curva de crescimento logístico do acumulativo de documentos de patentes em nanocelulose.

Os principais desafios para o desenvolvimento da nanocelulose, tanto no Brasil como no mundo, incluem a necessidade de diminuição dos custos e aumento da escala de produção do nanomaterial a partir de fontes renováveis. Caracterizar as propriedades mecânicas, reológicas, de superfície, de biocompatibilidade, entre outras, dos diversos tipos de nanocelulose também é outro tipo de dificuldade relevante^[11,12]. Por causa da elevada área superficial advinda do tamanho nanométrico, a nanocelulose tende a aglomerar-ser

¹¹ Não residentes refere-se a depositantes ou titulares que não possuem um endereço físico no país em que realizou depósito.

facilmente durante o processo de obtenção, tem facilidade de absorver umidade e é incompatível com polímeros hidrofóbicos. Para os usos medicinais da nanocelulose, em geral, necessita-se também conhecer melhor as interações com o tecido vivo^[11-13,45,63].

Para superar desafios como esses, as pesquisas científicas e tecnológicas tem-se direcionado, por exemplo, para^[11-13,44,45,53,69]: a) realização de pré-tratamentos químicos ou enzimáticos das fibras e plantas para minimizar o gasto energético; b) modificação superficial do nanomaterial após ou durante sua obtenção visando evitar aglomeração e aumentar a adesão da nanopartícula com o polímero em materiais compósitos; c) caracterização das propriedades do nanomaterial, especialmente quando em uso; d) desenvolvimento de plantas piloto com produção da ordem de toneladas diárias e com cuidados com os efluentes de produção; e e) estudos sobre os efeitos do nanomateriais no meio ambiente e no ser humano. Como consequência, há múltiplos interesses e tomadas de decisões em jogo no avanço científico e tecnológico da obtenção e aplicação da nanoceluloses, com a necessidade de se monitorar, de maneira sistemática, os acontecimentos mundiais nesta área.

2.2 Conceituação sobre o monitoramento tecnológico em nanocelulose

A complexidade e a dinâmica do ambiente tecnológico e de negócios associadas à crescente globalização da economia mundial e às rápidas mudanças tecnológicas e regulamentares, em especial no contexto da nanotecnologia e dos nanomateriais, tornam recomendável atividades de monitoramento^[71-76]. O monitoramento tecnológico é uma área pesquisada e aplicada nos campos da Prospecção Tecnológica e da Inteligência Competitiva. Sua utilização normalmente tem o intuito de acompanhar acontecimentos, gerar conhecimento e subsidiar planos e decisões, evitando surpresas que comprometam investimentos

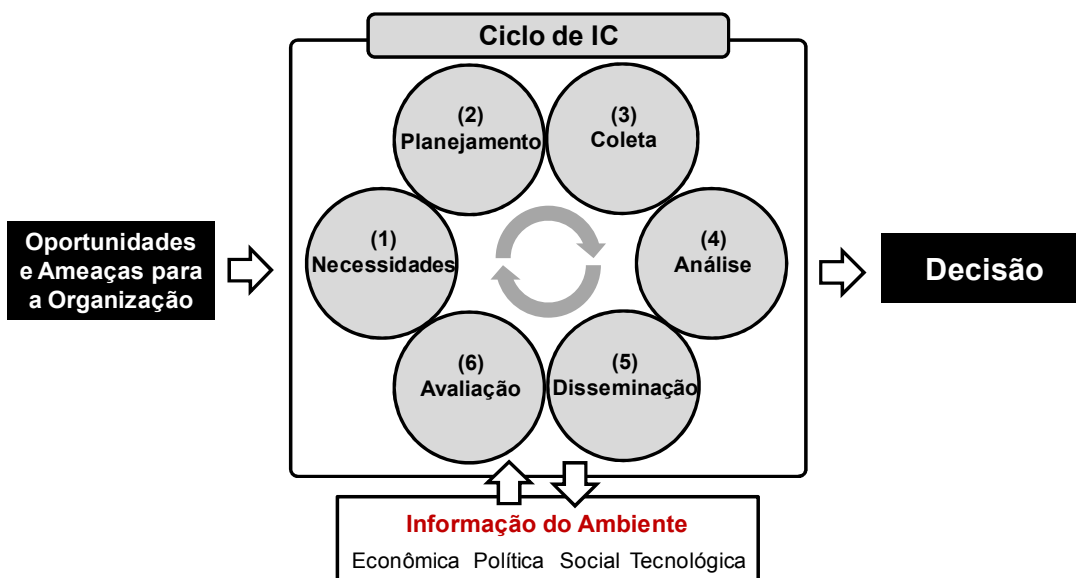
no desenvolvimento de novos produtos, materiais e processos, que podem, em casos extremos, afetar a própria sobrevivência de uma organização.

Mesmo grandes corporações podem ser surpreendidas por mudanças, como declarado por 92% dos executivos consultados em pesquisa realizada em 2002, sobre eventos recentes (últimos cinco anos) que afetaram significativamente a corporação no longo prazo^[73]. O monitoramento é relevante para o estabelecimento de políticas públicas, gestão da inovação e de pesquisa e desenvolvimento, sendo uma atividade de interesse, não somente para empresas, mas também para órgãos públicos e agências de fomento^[77-84]. Neste sentido, torna-se uma ferramenta fundamental para o contexto organizacional e suas atividades podem ser definidas tanto na perspectiva de Inteligência Competitiva como da Prospecção Tecnológica.

A Inteligência Competitiva pode ser compreendida como um processo sistemático de coleta, tratamento e análise da informação disponível e potencialmente significativa para a tomada de decisões, em geral, de caráter estratégico para a organização. A finalidade é identificar e acompanhar as tendências e os sinais precursores de possíveis mudanças, inclusive no contexto do desenvolvimento tecnológico^[70-73]. As atividades seguem o chamado Ciclo de Inteligência Competitiva (Ciclo de IC), mostrado esquematicamente na Figura 2.7^[85]. A etapa de **Identificação das Necessidades** do Ciclo de IC envolve o estabelecimento das hipóteses e das questões a serem respondidas pelo ciclo. De acordo com Herring^[86], as necessidades podem ser categorizadas em:

- Apoio a decisões e ações estratégicas, normalmente relevantes no planejamento estratégico e atuação de empresas, institutos, universidade, etc.;
- Tópicos de alerta antecipado (*early-warning topics*), associados principalmente ao monitoramento das iniciativas de concorrentes, surpresas tecnológicas e ações governamentais;
- Descrição de atores chave, incluindo concorrentes, consumidores, fornecedores, reguladores e potenciais parceiros, dentre outros.

Na etapa de **Planejamento**, são delineadas as ações para atender às necessidades estabelecidas, com destaque para a definição de uma moldura analítica, principais diretrizes métodos de análise e recursos informacionais e humanos a serem empregados para o atendimento às necessidades. Na etapa de **Coleta**, é obtida, organizada e armazenada a "matéria-prima" do processo -- os dados coletados -- para posterior elaboração e análise, com vistas ao atendimento das necessidades estabelecidas.



Fonte: Manual de Inteligência Competitiva do NIT/Materiais^[85]. Adaptado pelo autor.

Figura 2.7 Representação esquemática e simplificada do ciclo de IC.

A etapa de **Análise**, a mais importante e desafiadora, compreende o exame e a interpretação dos dados coletados, com a elaboração das conclusões sobre o ambiente externo à organização, os precursores de mudança, os possíveis desdobramentos no futuro e as ações organizacionais recomendadas. A etapa de **Disseminação** envolve a entrega do resultado da atividade do ciclo para o(s) tomador(es) de decisão. A última etapa, de **Avaliação**, deve aferir o atendimento às necessidades, a satisfação do tomador de decisão, os benefícios para organização e as oportunidades de melhorias em atividades futuras^[70,85,86].

Ao longo do processo, novas necessidades que demandam novos ciclos de IC também podem ser identificadas ^[85].

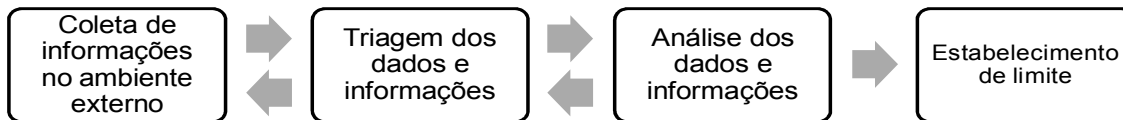
A Prospecção Tecnológica também tem por objetivo fornecer subsídios para a tomada de decisão no planejamento e na realização de ações de uma organização, com *insights* e informação de valor agregado sobre eventuais mudanças no ambiente tecnológico^[74-76,81]. De acordo com Martino^[74], o monitoramento no contexto da prospecção tecnológica pode ser compreendido como um meio sistemático de identificar e compreender fatos precursores que permitam estabelecer e confirmar hipóteses previamente levantadas sobre o desenvolvimento de uma tecnologia. As atividades de monitoramento podem ser divididas em quatro etapas (Coleta, Triagem, Análise e Avaliação), conforme Figura 2.8.

O objetivo da etapa de **Coleta** é recuperar toda a informação possível sobre a tecnologia, cobrindo todas as fontes de informação disponíveis, sendo necessário também decidir antecipadamente quais fontes monitorar e em qual profundidade. A **Triagem** prevê a categorização das informações coletadas conforme sua relevância, sendo introduzidas no sistema apenas aquelas informações úteis à organização, descartando-se as informações menos relevantes¹². Nesta etapa, é recomendado o acompanhamento de especialista(s), e, eventualmente, a coleta de informações adicionais. A etapa de **Avaliação** tem por objetivo dar significado a cada item considerado relevante separadamente e dentro do contexto tecnológico, buscando responder a questões, como por exemplo^[74]:

- O que este item significa para a organização?
- Ele representa um início de uma tendência nova ou confirma algum padrão já previamente identificado ou especulado?
- Ele afeta, de alguma forma, a missão da organização? Como?

¹² Martino aconselha o descarte para evitar o acúmulo de informação considerada menos relevante e também argumenta que indexar e armazenar informação que supostamente possa ser útil no futuro pode requerer um sistema de busca avançado para a organização^[74].

- O item pode tornar algum produto da organização obsoleto? Como?
- De alguma forma, ele pode afetar um ou mais processos de produção da organização? Como?
- Ele impacta sobre algum cliente, fornecedor, concorrente ou agente regulador? Como?



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Martino^[74].

Figura 2.8 Representação esquemática e simplificada das atividades de monitoramento dentro do contexto da prospecção tecnológica.

De modo a responder tais questões, pode ser necessária a coleta e triagem de novas informações. Com o avanço do ciclo Coleta-Triagem-Avaliação, algumas hipóteses previamente estabelecidas ou que surgiram ao longo do processo podem ganhar mais força e o analista deve estabelecer um limite para parar o processo de monitoramento¹³. Todavia, essa paralisação tem riscos: o de agir cedo ou tarde demais perante uma mudança. Dessa forma, o risco deve ser balanceado, cabendo ao analista inclusive consultar os tomadores de decisão sobre o mesmo^[74].

Em muitos aspectos, os conceitos de Monitoramento Tecnológico relativos à Inteligência Competitiva são similares aos da Prospecção Tecnológica: uma diferença importante é que a Inteligência Competitiva normalmente procura atender demandas de mais curto prazo, “o agora”, enquanto que a Prospecção Tecnológica normalmente está voltada para o planejamento e para a perspectiva estratégica de prazo mais longo prazo. Pode-se considerar, então, que existe uma

¹³ Neste ponto, porém, há de se considerar que a hipótese não pode ser confirmada até que o avanço de fato ocorra e, quando ocorre, já não é mais um tópico de alerta de interesse da prospecção, perdendo-se, portanto, o sentido de esperar pela confirmação final. Logo, a prospecção tem um cunho especulativo^[74].

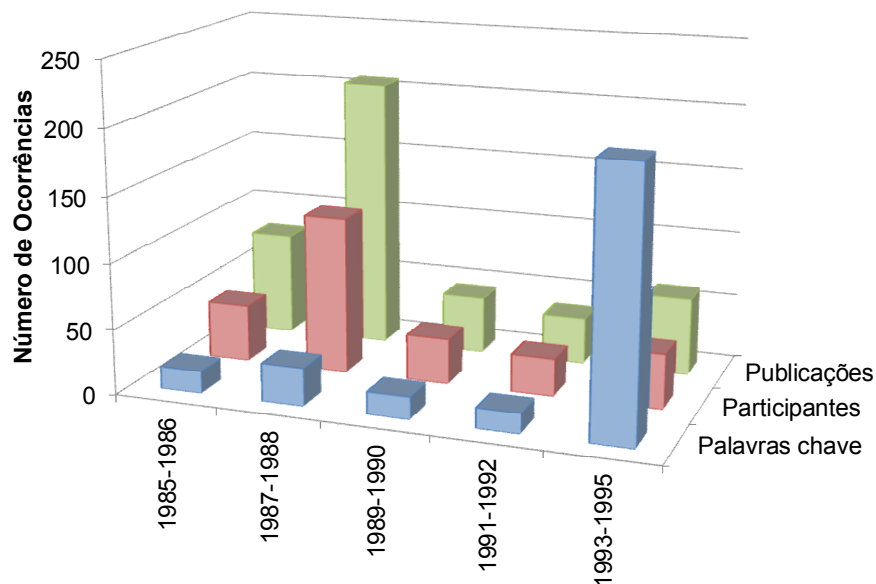
importante complementaridade nos conceitos do Monitoramento Tecnológico, fortalecendo sua compreensão e aplicação em situações reais.

Atualmente, caracteriza-se um dilema coletar e analisar um grande volume de informação em tempo hábil, para extrair e aproveitar o que é estratégico para a organização^[70,74,87,88]. Com os avanços das áreas de computação, tecnologia da informação e comunicação, aliado ao surgimento da internet nos anos 1990, técnicas quantitativas para análise da informação, especialmente as baseadas em bibliometria, mineração de dados e de texto, têm acelerado o processo de monitoramento tecnológico^[4,74-76,88,89]. Essas técnicas vieram fortalecer o monitoramento tecnológico, com a agregação de novos indicadores e possibilidades analíticas advindos dos grandes volumes de informação disponíveis aos métodos qualitativos de coleta e análise de informação e conhecimento humano junto a especialistas e tomadores de decisão.

Tem sido indicadas aplicações do monitoramento tecnológico no contexto de materiais e processos. Por exemplo, Watts e Porter^[76] publicaram parte de um estudo desenvolvido por demanda do Exército Americano sobre o potencial de substituição de motores de carcaça metálica por motores cerâmicos em tanques de guerra, tendo em vista que os motores cerâmicos eram um assunto em alta na época da pesquisa realizada. A metodologia do monitoramento considerou indicadores de publicações científicas e de documentos de patente, além de dados e prerrogativas sobre motores cerâmicos obtidos em outras pesquisas de prospecção realizadas anteriormente, nos anos de 1980. Verificaram que o material mais desenvolvido tecnologicamente era o nitreto de silicone, recorrentemente associado a termos extraídos dos resumos de publicações científicas e documentos de patente classificados como aplicação, processo e propriedade^[76].

O estudo também identificou a maturação das tecnologias voltadas para motores e componentes cerâmicos automobilísticos. Indicadores típicos que subsidiaram as conclusões foram os de ocorrências de palavras-chave, número de empresas participantes e número de publicações, representados conforme modelo

proposto por Utterback e Abernathy e apresentado na Figura 2.9. No período de 1987 a 1988, o nível de interesse pela tecnologia tem um pico associado a um elevado número de publicações, de um grande número de organizações e um baixo número de palavras chave. No período de 1993 a 1995, o cenário se contrastou, com poucas organizações atuantes, proporcionalmente com menos publicações, porém com maior número de palavras-chave e associadas a processos de manufatura, sugerindo que um produto dominante emergiu e que as pesquisas focalizaram o desenvolvimento de processos para atender a este produto^[76]. Com outros indicadores e informações de especialistas e estudos técnicos, concluíram que a substituição por motores cerâmicos ocorreria gradativamente em um período de 10 a 20 anos¹⁴.

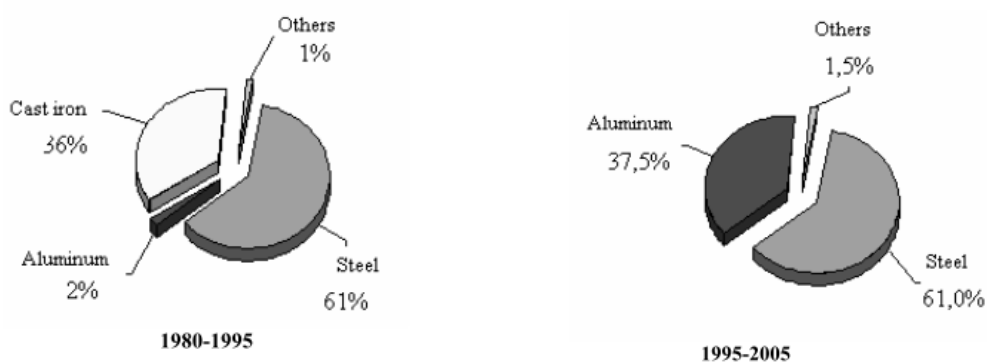


Fonte: Elaborado por Watts e Porter^[76]. Adaptado pelo autor.

Figura 2.9 Maturidade tecnológica do motor cerâmico voltado para a indústria automobilística.

¹⁴ Embora esta não seja uma realidade que identificamos no nosso cotidiano. No entanto, em uma apresentação presenciada pelo co-orientador e pelo autor da presente tese, o Prof. Porter afirmou que o exército americano investiu em um tanque movido a motor cerâmico e que este é utilizado nas missões militares do país.

A indústria automobilística também foi o cenário de outro estudo, neste caso, realizado pelo NIT/Materiais em colaboração com a empresa Eaton¹⁵. O objetivo foi avaliar as tendências tecnológicas em materiais utilizadas em componentes automotivos, com ênfase em transmissão, e envolveu a caracterização do setor, mapeamento dos principais *drivers* de mudança e perspectivas de novos materiais e processos para o desenvolvimento de produtos^[90].



Fonte: Elaborado por Munhoz et al.^[90]. Adaptado pelo autor.

Figura 2.10 Participação de materiais (em peso) em transmissão mecânica fabricados pela Eaton em períodos distintos.

O estudo levantou informações por entrevistas junto a gerentes e especialistas do setor automotivo e junto a fontes documentais, incluindo base de dados, artigos técnicos e patentes, tendo como base a sistemática de monitoramento tecnológico. Dentre os resultados obtidos, foi verificado o aumento em peso do uso de ligas de alumínio em transmissão mecânica, conforme Figura 2.10. Apesar do setor de transmissão automotiva ser maduro tecnologicamente, oportunidades em materiais alternativos e processos para o aumento da qualidade, redução de custo e alinhamento com a sustentabilidade ambiental foram identificadas. Os desenvolvimentos em materiais incluíram, por exemplo, o

¹⁵ O estudo realizado pelo NIT/Materiais teria outros objetivos e respostas para demandas da Eaton que não foram publicadas devido a contratos de sigilo, portanto, não exemplificadas aqui.

aumento de usos de metais leves (alumínio, magnésio, polímeros e compósitos), aços de alta resistência, materiais nanoestruturados e *smart materials* nos componentes da transmissão^[90].

2.3 Indicadores bibliométricos como ferramentas para um sistema de monitoramento tecnológico em nanocelulose e materiais em geral

A medição sempre foi uma prerrogativa importante desde os primórdios da ciência. Horácio (65-5 AC) já dizia que “há uma medida para tudo”. Para Heike K. Onnes (1853-1926 DC), descobridor da supercondutividade, “medir é conhecer”^[91]. No decorrer do século XX surgiu a bibliometria¹⁶, uma ciência que abrange um conjunto de técnicas estatísticas e metodologias para medições e inferências relativas à comunicação técnico-científica¹⁷, procurando “medir a ciência e a tecnologia”^[84,91,92].

A elaboração e o uso de indicadores quantitativos para medir a produção científica e tecnológica possuem longa tradição e é crescente o número de instrumentos para análise de suas relações com o desenvolvimento econômico e social^[79,80,82]. De acordo com Moed, Glänzel e Schmoch^[82], tais indicadores têm por objetivo lidar com as atividades de P&D conforme critérios encontradas no Manual Frascati, embora as estatísticas não sejam ideais com previstas no manual devido a variações nas estruturas de P&D das organizações e países. Segundo Gregolin et al.^[79], os indicadores quantitativos:

¹⁶Embora o termo bibliometria só tenha sido cunhado em 1969 por Alan Pritchard, alguns pesquisadores observaram que a distribuição de frequência dos dados em um texto ou em um conjunto de referências bibliográficas segue certos padrões, dando origem às leis de Lotka, Bradford e Zipf^[89]. Outro avanço importante foi o estabelecimento do *Science Citation Index*, criado por Eugene Garfield, nos anos de 1960^[84,89,91].

¹⁷ Há uma gama de subáreas da ciência da informação que também visam mensurar a comunicação (científica ou não), como *cientometria*, *patentometria*, *informetria*, *webometria*, etc. Embora haja diferenças conceituais, na presente pesquisa elas foram englobadas dentro da bibliometria.

[...] podem ser compreendidos como dados estatísticos usados para medir algo intangível, que ilustram aspectos de uma realidade multifacetada. A construção e o uso de indicadores de produção científica são objeto de estudo de várias áreas do conhecimento, sendo usados tanto para o planejamento e a execução de políticas para o setor como também para que a comunidade científica conheça melhor o sistema no qual está inserida.

Um indicador só tem sentido se houver um objetivo em mente e questões específicas a serem respondidas. Além do uso no estabelecimento de políticas públicas e planejamento, é possível ganhar *insights* sobre tendências de pesquisas e desenvolvimentos sobre determinado assunto ou área^[79-84,91,93]. De acordo com van Raan^[91], não há teorias bem estabelecidas sobre como elaborar e analisar os indicadores bibliométricos, o que demanda constantes pesquisas para o estabelecimento de diretrizes e de boas práticas, além do acúmulo de experiência do pesquisador nestas técnicas e metodologias.

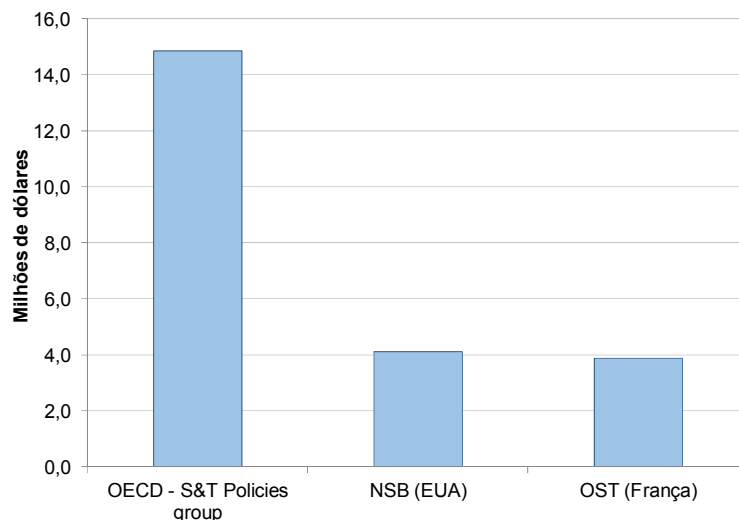
A elaboração e análise de indicadores quantitativos com o objetivo de apoiar políticas em ciência e tecnologia (C&T) tem sido uma preocupação constante de países que pertencem ao *mainstream* das pesquisas científicas e desenvolvimentos tecnológicos mundiais, como EUA, União Europeia e Japão. Em geral, o orçamento de órgãos que realizam estudos para o estabelecimento de políticas em C&T é elevado. Por exemplo, para o Science and Technology Policies Group, da OECD¹⁸, o National Science Board (divisão do National Science Foundation dos EUA) e o Observatoire des Sciences et des Techniques (OST), da França, a soma dos seus orçamentos executados em 2013 superou os 22 milhões de dólares, conforme Figura 2.11^[94-96].

Outras iniciativas têm sido tomadas, por exemplo, por órgãos de financiamento brasileiros, com destaque para a série de *Indicadores de Ciência*,

¹⁸ Lembrando que a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) é uma organização internacional com diversos países membros que a financiam.

Tecnologia e Inovação em São Paulo, lançada em 2001 e continuada em 2005 e 2010 pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)¹⁹.

Com a atual disponibilidade de informação em bases de dados eletrônicas, a bibliometria é frequentemente aplicada para mineração de dados (*data mining*) de publicações científicas, documentos de patente e outras fontes, desenvolvendo estatísticas a partir da informação contida nos dados bibliográficos (que são dados estruturados), indexados em bases online^[88,97]. As principais etapas da mineração de dados estão apresentadas na Figura 2.12. O primeiro passo é a preparação dos dados para serem importados em software de análise bibliométrica. De acordo com Faria^[89] e Yang et al.^[98], há uma infinidade de softwares públicos ou privados disponíveis para os tratamentos posteriores da mineração de dados, cabendo ao usuário avaliar as necessidades e o indicador final a ser construído no processo de seleção do software.

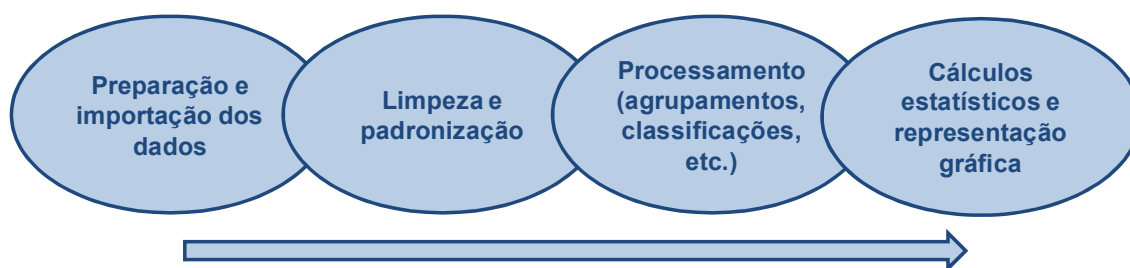


Fonte: Elaborado com base nas referências^[94-96].

Figura 2.11 Orçamento executado em 2013 para os grupos que trabalham com políticas públicas baseados em indicadores quantitativos de C&T.

¹⁹ Os indicadores estão disponíveis no site: www.fapesp.br/indicadores.

O próximo passo é a limpeza e padronização dos dados para correção de erros ortográficos e de digitação decorrentes tanto no processo de publicação do documento como de indexação. Nesta etapa é feita principalmente a fusão de termos no singular e plural, quando disponível, pelo uso de algoritmos disponibilizado pelo software ou por um processo manual. Esta etapa é considerada uma das mais demoradas do procedimento de mineração de dados, uma vez que não é possível controlar as informações indexadas na base^[89,97]. Outro exemplo de limpeza e padronização é a de nomes de instituições brasileiras encontradas em bases de dados de publicações científicas, cuja diversidade é enorme e afeta o tempo de trabalho com os dados^[99,100].



Fonte: elaborado pelo autor com base nas referências^[84,89,97].

Figura 2.12. Principais etapas da mineração de dados.

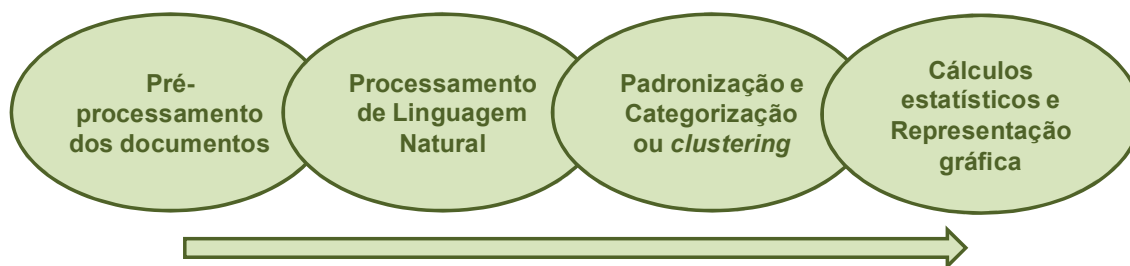
Em seguida, são feitos processamentos complementares (em geral, agrupamentos, classificações e análises de cluster) que aumentam o valor agregado do indicador final. Um exemplo é o agrupamento de códigos da Classificação Internacional de Patentes em Domínios e Subdomínios Tecnológicos, que possibilitam uma análise das áreas de patenteamento^[4,17,77,78,101]. O passo final abrange eventuais cálculos estatísticos e a representação gráfica ou tabular do indicador final. A partir daí, é possível fazer-se a análise dos resultados e a interpretação das relações de causa e efeito e das implicações.

A bibliometria também pode ser empregada em conjunto com técnicas de mineração de texto (*text mining*) que, analogamente à mineração de dados,

procura gerar conhecimento e indicadores, neste caso, a partir do conteúdo textual livre, não estruturado^[88,102-105]. A construção de indicadores a partir do texto não estruturado é menos desenvolvida e mais desafiadora do que a realizada a partir dos dados de campos estruturados, sobretudo devido à necessidade de novas rotinas de processamento de linguagem natural baseadas nas especificidades das partes dos documentos e do grande volume de informação específico envolvido^[97,103,106-108].

O objetivo da mineração de texto é sintetizar o conteúdo textual de um ou mais documentos em palavras e termos chave que o(s) represente. Ela transforma o texto bruto (*raw data*) em estruturas intermediárias pelo reconhecimento das estruturas implícitas e, pela construção de tesouros e filtragens, permite a posterior utilização de outros procedimentos, como, por exemplo, agrupamentos, classificações, aplicação de equações e visualização do resultado^[17,18,88,97,109]. Embora as nomenclaturas “texto não estruturado” ou “texto livre” sejam normalmente utilizadas para se referir ao conteúdo textual do documento, linguisticamente, mesmo os textos “não estruturados” apresentam implicitamente estruturas semânticas, sintáticas e morfológicas inerentes ao idioma e que podem ser aproveitadas em análises de conteúdo^[88,106,103].

As principais etapas do procedimento de mineração de texto estão apresentadas na Figura 2.13. Em boa parte, assemelham-se às etapas de mineração de dados. Também há uma diversidade de softwares disponíveis para auxiliar na mineração de texto^[98]. A etapa de pré-processamento envolve a compreensão das estruturas extrínsecas (sobretudo seções e subseções) e intrínsecas do documento (estruturas semânticas, sintáticas e morfológicas), com a quebra do documento nestas estruturas^[88,103]. Em seguida, é feito o processamento de linguagem natural para extração de palavras e termos. Muitas vezes esta etapa é feita com auxílio de algoritmos de software, mas pode ser feita de forma manual quando o número de documentos e campos de texto a serem analisados é compatível com a equipe de analistas^[110].



Fonte: elaborado pelo autor com base em nas referencias^[18,88,97,103-105,110,111].

Figura 2.13. Principais etapas da mineração de textos.

Em seguida é feita a limpeza e padronização dos termos em procedimento análogo ao empregado na mineração de dados (fusão de termos no singular e plural, correção de erros ortográficos, etc.), porém com o desafio adicional de se trabalhar com a enorme quantidade de palavras e termos extraídos dos documentos^[111]. Neste caso, costuma-se utilizar técnicas de categorização ou de análise de cluster^[18,88,97,103-105,110,111]. Um exemplo interessante são os mapas de conteúdo, elaborados com auxílio do software VOSviewer, que permitem analisar a conexão e proximidade dos conceitos contidos em textos não estruturados^[112]. A última etapa compreende cálculos estatísticos e a representação gráfica ou tabular do indicador. A partir de então, é possível analisar-se as relações de causa e efeito e das implicações associadas ao indicador obtido.

A mineração do texto aplicada ao contexto de documentos de patente é, ao mesmo tempo, um desafio metodológico e uma oportunidade científica para subsidiar o entendimento do ambiente tecnológico e as possibilidades de tendências de desenvolvimento futuro de materiais, processos e produtos em geral. Isso vale também, mais especificamente, no contexto da nanocelulose. Ainda é escasso o número de publicações que apresentam a sistematização de técnicas voltadas para alimentar um sistema de monitoramento, ainda mais quando se trata de tecnologias convencionais ou emergentes da ciência e engenharia de materiais ou da nanotecnologia e da nanocelulose. Também estão em um estágio inicial as pesquisas sobre a extração, classificação e análise de termos chave de textos não estruturados de documentos de patentes para

caracterizar acontecimentos e tendências, em materiais em geral e em nanotecnologia e nanocelulose, seus produtos, processos, composições, usos, aparatos etc., como objetivado na presente pesquisa.

O avanço do domínio da mineração de textos aplicado a documentos de patente é importante, sobretudo, para evidenciar o detalhamento técnico das novas invenções e analisar inovações associadas à nanocelulose, de maneira mais eficiente e aprofundada do que os indicadores de dados bibliográficos usualmente permitem destacar. Neste sentido, existem avanços em metodologias que buscam minerar os termos chave com base: na estrutura morfológica e sintática das frases^[103,113-120], segmentação e combinação de termos^[102,103,109,115,120], sumarização das partes da patente para facilitar a extração dos termos relevantes^[103], representação vetorial para facilitar processos posteriores de agrupamento, de comparação semântica e de processamentos matemáticos^[107,121,122], análise de clusters tecnológicos^[103,122,123] e representação das análises mediante mapas^[102,116,119-121]. Entretanto, ainda existem lacunas importantes, como, por exemplo, no melhor aproveitamento das partes dos documentos de patente^[106-108], em métodos específicos de processamento de linguagem natural para forma de escrita do documento de patente, em especial, das reivindicações, bem como na aplicação dos resultados em sistemas e processos de monitoramento, particularmente na área de materiais e da nanocelulose.

2.4 O registro bibliográfico e as reivindicações de patentes como fontes para elaboração de indicadores: potencialidades e desafios

O documento de patente é uma fonte rica e quase exclusiva de informações de natureza técnica, legal e de negócio, relativamente pouco explorada. O seu formato universal, como comentado mais detalhadamente no Apêndice A, viabiliza as análises com o uso das técnicas de mineração de dados e de textos. A

construção de indicadores com base neste tipo de documento tem por objetivo a compreensão da atividade inventiva de um campo, os atores envolvidos ou outras especificidades, por exemplo, os materiais envolvidos^[83,84,124,125]. Para fins estatísticos, as informações do documento de patente podem ser agrupadas em três grupos^[83]:

- Informação para descrição técnica da invenção, que inclui título, resumo, lista de reivindicações, códigos de classificação, relatório descritivo e referências citadas (outras patentes);
- Informação sobre o desenvolvimento e propriedade da invenção, que abrange uma lista de inventor(es) – aqueles que idealizaram o invento – e uma lista de depositante(s) – detentores do direito de exploração do invento, também chamados titulares da patente;
- Informação sobre o histórico de depósito, que envolve datas e números de prioridade, depósito, publicação, concessão, caducidade, entre outros.

As reivindicações das patentes, em especial, podem ser aproveitadas em análises detalhadas, pois é nelas que o depositante busca defender (e ao mesmo tempo precisa revelar) o escopo específico da invenção, tornando a fonte mais valiosa sobre o âmbito do conhecimento técnico^[126-128]. Em geral, elas apresentam estruturas de escrita definidas por normas elaboradas por cada escritório, mas que seguem padrões bastante semelhantes^[116,128].

A reivindicação pode ser dividida em três partes principais: 1) o preâmbulo, que trata da categoria da reivindicação (que pode ser um processo, método, composição, produto, uso, etc.) ou o estado da arte relevante; 2) a frase de transição, que separa o preâmbulo do corpo da reivindicação por meio de termos específicos e com funções definidas; e 3) o corpo da reivindicação em si ou parte essencial, que detalha as características da invenção^[116,128].

Há ainda dois tipos de reivindicação: as reivindicações independentes, que contém todas as características essenciais da invenção, e as reivindicações dependentes, que detalha todas as características da invenção e referenciando qual reivindicação independente ela está associada^[128]. Por exemplo, no

documento de patente número US20110086948^[129], podem ser encontradas as sentenças no texto das reivindicações e que auxiliam na compreensão das estruturas intrínsecas de escrita desse campo das patentes, conforme Tabela 2.2²⁰.

Tabela 2.2 Exemplo de reivindicações independentes e dependentes.

| Preâmbulo | Frase de transição | Corpo |
|--------------------------|---------------------|--|
| 1) A nylon-4 composite | comprising: | a nanocellulose; and a maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin |
| 2) The nylon-4 composite | of claim 1, wherein | the nanocellulose is dispersed in the maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin, and the resulting maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin is dispersed in the nylon-4 resin |

Fonte: Adaptação da referência^[129].

A primeira sentença da Tabela 2.2 trata de uma reivindicação do tipo independente enquanto que a segunda sentença trata de uma reivindicação dependente (neste caso, da primeira). É possível notar conteúdos específicos potencialmente importantes de serem conhecidas em ambas às sentenças, especialmente no que diz respeito aos materiais envolvidos nas reivindicações, e que nem sempre são evidenciados nas partes estruturadas e em outras partes da patente (título, resumo etc.). O preâmbulo indica que foi reivindicado um produto (composite). Na primeira sentença, é evidenciada a composição do material (resina nylon-4, nanocelulose e resina de copolímero poli(etileno-octeno) funcionalizado com anidro maléico). Na segunda sentença, é possível observar os processos reivindicados para a obtenção do material, havendo um processo de dispersão da nanocelulose na resina de copolímero e outra posterior dispersão do material resultante na resina de nylon-4.

²⁰ As sentenças originais estão as seguintes: “1) A nylon-4 composite comprising a nanocellulose; and a maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin.; 2) The nylon-4 composite of claim 1, wherein the nanocellulose is dispersed in the maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin, and the resulting maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin is dispersed in the nylon-4 resin.”^[129]

Na atual conjuntura econômica e tecnológica, as reivindicações das patentes são de grande importância para a competitividade e atuação de organizações e existem pesquisas que procuram minerar especificamente termos chave dos textos das mesmas para melhoria de sua redação e tradução como parte do pedido de patente^[113,130]. Outras linhas de pesquisa sobre os textos das reivindicações tem sido a recuperação de informação^[131], a análise de sobreposição de reivindicações e análises jurídicas^[108,116], a construção de mapa conceitual^[116], além da análise de tendências tecnológicas e de concorrentes^[117-120].

Entretanto, uma limitação dos procedimentos atualmente empregados é o fato deles terem sido originalmente elaboradas para textos comuns e não para os documentos de patente, sem levar em conta, portanto, as peculiaridades dos mesmos^[106,116]. Outra limitação apontada está associada ao fato das sentenças das reivindicações serem relativamente longas, havendo casos em que elas podem conter mais de 200 palavras, o que pode causar falhas no processamento da linguagem natural^[106]. A princípio, considera-se viável que tais lacunas sejam preenchidas com novas rotinas de processamento e análise considerando a forma de escrita, principalmente o papel de palavras recorrentemente encontradas no corpo textual das mesmas^[116,128]. Outra linha de pesquisa que pode contribuir para o avanço dos procedimentos é associar a tipologia de reivindicações no processo de elaboração de indicadores, o que pode permitir o detalhamento técnico sobre produtos, materiais, composições, processos e métodos, equipamentos específicos e outros elementos associados à tecnologia focalizada^[18].

Neste sentido, a combinação dos indicadores elaborados a partir das reivindicações de patente, quando combinados com indicadores obtidos de outras fontes, como dados bibliográficos de documentos de patente, publicações científicas e outras, deve fortalecer o monitoramento dos avanços de áreas emergentes como nanotecnologia e nanomateriais. O acompanhamento das evidências e acontecimentos relevantes da nanocelulose pode incluir, por exemplo: a) novos avanços das tecnologias, eventualmente até inexistentes ou

desconhecidas por consulta a outras fontes de informação; b) tendências estatisticamente relevantes no patenteamento, tais como fontes para o nanomaterial, tipos de nanocelulose, composições, processos, aplicações; c) avanços na fabricação e aplicação de compósitos contendo nanocelulose, e de agentes químicos e seu uso no tratamento superficial de nanomateriais celulósicos; entre outros.

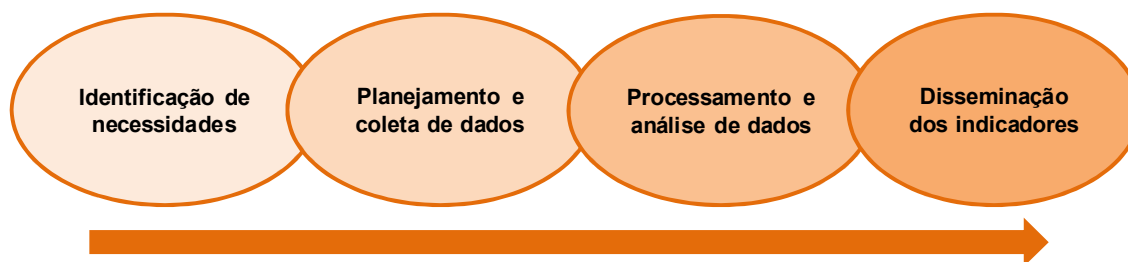
Os indicadores também devem gerar respostas sobre outros materiais envolvidos, tais como: a) que materiais e processos tem sido preferencialmente utilizados nas tecnologias em nanocelulose, quais são as novidades e quem está envolvido? b) Há destaque entre os principais titulares (empresas, instituições e pessoas) dos depósitos de patentes e as principais organizações (empresas, instituições e grupos de pesquisa) que pesquisam em nanocelulose? c) Há colaborações e interesses mútuos identificáveis? d) Quais são as localidades do patenteamento das tecnologias? e) Quais são as patentes que foram depositadas no Brasil, por quem e quando? f) Dentre as tecnologias que não foram patenteadas no Brasil, quais são as potencialmente úteis e que podem ser empregadas livremente por empresas e instituições nacionais?

Se, hipoteticamente, os indicadores são capazes de gerar respostas a perguntas como estas, torna-se pertinente também conceber um sistema de monitoramento. Ele deve incluir procedimentos de criação de alertas para acompanhar e veicular os eventuais avanços relevantes quando os mesmos forem identificáveis em publicações científicas e documentos de patente inseridos em bases de dados e captados pelo sistema de monitoramento de acordo com a sistemática desenvolvida a partir da presente pesquisa.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Procedimento geral para elaboração de indicadores em nanocelulose

O procedimento geral foi dividido em quatro etapas, conforme apresentado na Figura 3.1. Ele foi concebido com base nas atividades de monitoramento tecnológico que permeiam as sistemáticas de Inteligência Competitiva e de Prospecção Tecnológica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3.1 Procedimento geral utilizado na pesquisa.

A etapa de **Identificação de necessidades** compreendeu o levantamento e discussão com especialistas em nanocelulose sobre os gargalos técnico-científicos, econômicos, ambientais e sociais em torno do nanomaterial, considerando o panorama nacional e internacional. As necessidades apontadas abrangeram principalmente tópicos de alerta antecipado (sinalização de possíveis fatos e eventos), e caracterização de atores chave (países, empresas, institutos e universidades), conforme Tabela 3.1, quando se considera as categorias de necessidades de inteligência competitiva propostas por Herring^[86].

Na etapa de **Planejamento e Coleta de Dados** foi definida a moldura analítica, tendo como base a elaboração de indicadores de documentos de patente (dados bibliográficos e texto não estruturado das reivindicações) e de publicações científicas (dados bibliográficos), definição de bases de dados e da expressão de busca para nanocelulose. Foi planejada também a eventual

utilização complementar de outras fontes (dados econômicos, sociais e ambientais), com destaque para a opinião de especialistas em nanocelulose.

Para recuperação dos dados das bases, foi desenvolvida uma expressão de busca para nanocelulose, apresentada no Quadro 3.1, que compreendeu termos encontrados na literatura em nanocelulose^[4,11,13,15] e que passou por uma validação mediante consultas a especialistas^[15]. O surgimento e a relevância de cada termo também foram estudados, tendo-se destacado as palavras com radical nano- que emergiram a partir de 2001^[132,133]. Existem palavras que utilizam o radical micro- como prefixo, transmitindo a ideia de escala micrométrica do material; entretanto, de acordo com os autores Siqueira, Bras e Dufresne^[13], trata-se de celuloses nanométricas, pois o material possui pelo menos uma dimensão nesta escala. Verifica-se, portanto, que na literatura há termos com radicais micro- e nano- válidos para a nanocelulose^[132,133], apesar da tentativa de padronização realizada pela Associação Técnica da Indústria de Papel e Celulose (TAPPI)^[134].

Para fornecimento dos dados bibliográficos de documentos de patente, selecionou-se a base Derwent Innovations Index^[135], por causa principalmente de sua cobertura mundial. Dessa forma, foi possível estabelecer um panorama internacional sobre o desenvolvimento tecnológico em nanocelulose. No caso dos textos completos de documentos de patente, foi eleita a base do Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO)^[136], que permite a recuperação dos documentos em formato adequado (texto pleno ou .txt) para posterior extração e tratamento das reivindicações. Além disso, a base fornece o texto original dos documentos de patente, fonte primária das reivindicações para a elaboração de novos indicadores tecnológicos. Outro ponto favorável para o uso da base do USPTO é que esta permite a análise de um dos maiores mercados consumidores mundiais.

Tabela 3.1 Principais necessidades de monitoramento levantadas junto a especialistas e a literatura em nanocelulose.

| Tipo | Novos conhecimentos | Descrição |
|---|---|--|
| Alerta antecipado | Avanços científicos e tecnológicos | Processo/métodos de obtenção da nanocelulose; tipos de nanocelulose; processos de secagem quando obtida em meio aquoso; aplicação de nanocelulose em compósitos; modificação superficial da nanocelulose; funcionalização de polímeros; toxicidade e efeitos da nanocelulose sobre meio ambiente e saúde humana. |
| | Fatos e eventos econômicos | Mercado para nanocelulose Produção mundial do nanomaterial |
| | Fatos, eventos e regulamentações | Segurança do trabalhador Iniciativas da ANVISA, MAPA, IBAMA e entidades internacionais (FDA, Diretivas Europeias, etc.) |
| Caracterização de perfis concorrenciais | Atividade econômica, científica e tecnológica de Países selecionados | Suécia Finlândia França EUA Alemanha Japão Canadá Brasil |
| | Atividade econômica e de P&D de empresas | Innventia (Suécia) Cellulforce (Canadá) FPInnovations (Finlândia) Domtar (Canadá) Suzano Papel e Celulose (Brasil) Eldorado (Brasil) Fibria (Brasil) Celulose Irani (Brasil) |
| | Atividade Científica e Tecnológica de Institutos de Pesquisa e de Universidades | Institut National de la Recherche Agronomique - INRA (França) Grenoble Institute of Technology (França) Agricultural Research Service – ARS/USDA (EUA) Universidade Estadual Paulista (Brasil) Universidade Federal de São Carlos (Brasil) Universidade de São Paulo (Brasil) Universidade Federal de Lavras (Brasil) Universidade Federal da Paraíba (Brasil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil) Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil) Universidade Estadual de Campinas (Brasil) |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em consultas realizadas a especialistas e à literatura em nanocelulose.

Também foi feita a seleção de bases para a recuperação dos dados bibliográficos de publicações científicas mediante consulta ao conjunto de bases pertencentes à subárea de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, da área do

conhecimento de Engenharias, no Portal de Periódicos da Capes²¹. Foi realizado um estudo considerando critérios de seleção (como cobertura total, relevância do assunto, recursos de busca e coleta), estando os resultados discutidos e publicados^[132,133]. Concluiu-se que a base de dados multidisciplinar Web of Science^[137] é suficiente e apropriada para a presente pesquisa^[133].

Para fins comparativos, foram recuperados os registros bibliográficos de publicações científicas e documentos de patentes associados à nanotecnologia em geral, utilizando a estratégia de busca modular sugerida por Arora et al.^[1] mostrada no Anexo A. A busca foi realizada nas mesmas condições e bases bibliográficas utilizadas para recuperação dos dados bibliográficos em nanocelulose (Derwent Innovations Index e Web of Science).

Quadro 3.1 Expressão de busca para nanocelulose.

```
("bacterial cellulos*") OR ("cellulos* crystal*") OR ("cellulos* nanocrystal*") OR ("cellulos* whisker*")
OR ("cellulos* microcrystal*") OR ("cellulos* nanowhisker*") OR ("nanocrystal* cellulos*") OR
("cellulos* nano-whisker*") OR ("cellulos* nano-crystal*") OR ("nano-crystal cellulos*") OR
("cellulos* micro-crystal*") OR ("cellulos* microfibril*") OR ("microfibril* cellulos*") OR ("cellulos*
nanofibril*") OR ("nanofibril* cellulos*") OR ("micro-fibril* cellulos*") OR ("nano-fibril* cellulos*") OR
("cellulos* micro-fibril*") OR ("cellulos* nano-fibril*") OR ("cellulos* nanofiber*") OR ("nanocellulos*")
OR ("cellulos* nanoparticle*") OR ("nano-cellulos*") OR ("nanoparticl* cellulos*") OR ("nanosiz*
cellulos*") OR ("cellulos* nanofill*") OR ("nano-siz* cellulos*") OR ("cellulos* nano-fiber*") OR
("cellulos* nano-particle*") OR ("cellulos* nano-fill*") OR ("nano-particl* cellulos*")
```

Fonte: elaborado a partir de termos encontrados em diversas publicações^[4,11,13,15] e opinião de especialistas.

Na etapa de **Processamento e análise dos dados** da Figura 3.1, foi realizada a elaboração e análise de indicadores de C&T no contexto da nanocelulose, mediante mineração de dados e de texto, aplicadas a publicações científicas e documentos de patentes. Para as análises, também foram realizadas consultas a especialistas da UFSCar e da Embrapa, em nanocelulose e em compósitos nos quais a mesma pode ser incorporada.

Por fim, a etapa **Disseminação dos indicadores** contou com a disseminação dos resultados junto aos especialistas envolvidos e a elaboração de

²¹ Portal de Periódicos Capes: www.periodicos.capes.gov.br

publicações de artigos científicos sobre a temática da nanocelulose e da metodologia empregada na pesquisa^[15-18,132,133,138]. A partir da análise e discussão dos resultados obtidos, foi feita a proposição de um sistema de monitoramento com base em indicadores de C&T, concebido para identificar as tendências científicas e tecnológicas em nanocelulose, para acompanhamento e alerta sobre os desenvolvimentos referentes aos tipos de nanocelulose, processos de obtenção e materiais compósitos envolvidos.

3.2 Elaboração de indicadores científicos e tecnológicos mediante mineração de dados e de texto

3.2.1 Indicadores de publicações científicas em nanocelulose

Foram elaborados indicadores de publicação científica a partir dos dados bibliográficos indexados na base Web of Science mediante a recuperação da informação utilizando-se a expressão de busca apresentada no Quadro 3.1. A busca foi realizada em 31 de março de 2014 e limitada a artigos, artigos de revisão, cartas e notas, a fim de seguir padrões internacionais de elaboração de indicadores^[79,80,93,139-141]. Após a coleta e armazenamento, os registros bibliográficos foram tratados estatisticamente com auxílio do software VantagePoint. A análise foi limitada ao período de 2000 a 2013, totalizando uma amostra de 4.030 publicações científicas. Considerando as necessidades em nanocelulose, os seguintes indicadores de publicação científica foram levantados:

- Evolução anual do número de publicações científicas em nanocelulose;
- Participação percentual da nanocelulose frente ao número anual de publicações científicas em nanotecnologia, calculado de acordo com a Eq. 3.1;

- Indicadores de perfil para os principais países (top 15) e organizações (top 50 no mundo e top 15 brasileiras), que incluíram o total de publicação, ano médio das publicações (calculado a partir da Eq. 3.2), índice de impacto (Eq. 3.3) e índice de colaboração (Eq. 3.4);
- Análise de rede de colaboração aplicada às principais organizações que tem pesquisado nanocelulose (top 50);
- Evolução quinquenal das publicações científicas por tipo de nanocelulose;
- Priorização das pesquisas dos principais países (top 15) e organizações (top 50) pelos tipos de nanocelulose mediante análise estatística das publicações científicas (os detalhes da análise estão no Apêndice B);
- Principais áreas de pesquisas associadas às publicações científicas em nanocelulose, utilizando as áreas de pesquisa agrupadas conforme procedimento publicado por Waltman e Van Eck^[141], sendo obtido o total de publicações, o ano médio das publicações (Eq. 3.2) e a relação percentual entre o total de publicações da área de pesquisa e o número de publicações em nanocelulose da amostra agrupada na mesma (Eq. 3.5);
- Fluxo de conhecimento obtido por meio do total de citação das áreas núcleo para as periféricas associadas à nanocelulose.

Os indicadores para organizações foram alocados no Apêndice F.

3.2.2 Processamentos e cálculos aplicados às publicações científicas

A participação das pesquisas em nanocelulose frente à nanotecnologia foi calculada a partir da Eq. 3.1, sendo i um ano entre 2000 e 2013.

$$Participação = \frac{Número\ de\ publicações\ em\ nanocelulose_i}{Número\ de\ publicações\ em\ nanotecnologia_i} * 100 \quad (3.1)$$

O indicador Ano Médio das publicações científicas foi calculado por meio da Eq. 3.2 sendo i um ano entre 2000 e 2013.

$$\text{Ano Médio} = \frac{\sum_i^j (i * \text{Número de Publicações}_i)}{\sum_i^j \text{Número de Publicações}_i} \quad (3.2)$$

O Índice de Impacto foi obtido utilizando-se a Eq. 3.3 tomando o total de publicações e o total de citações no período de 2000 a 2013. Não foi possível normalizar o total de citações excluindo-se o número de autocitações, pois esta informação não está disponível nos registros bibliográficos recuperados.

$$\text{Índice de Impacto} = \frac{\text{Total de Citações}}{\text{Total de Publicações}} \quad (3.3)$$

Por fim, o Índice de Colaboração foi calculado conforme a Eq. 3.4 e o resultado é percentual.

$$\text{Índice de Colaboração} = \frac{\text{Total de Publicações em Colaboração}}{\text{Total de Publicações}} * 100 \quad (3.4)$$

A priorização das pesquisas dos países ou organizações por tipo de nanocelulose foi obtida de acordo com a análise estatística detalhada no Apêndice B.

As principais áreas de pesquisa associadas às publicações científicas em nanocelulose foram caracterizadas com base no Sistema de Classificação em Nível de Publicação²² desenvolvido pelo Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia (CWTS) da Universidade de Leiden, Holanda^[141], no qual parte da presente pesquisa foi desenvolvida, em 2014. O propósito do sistema é agrupar as publicações científicas da base Web of Science a partir da citação direta, gerando *clusters* (agrupamentos) de publicações que tratam do mesmo assunto, sendo estas chamadas de áreas de pesquisa. Foram levantadas as áreas de pesquisa

²² A ideia do sistema é agrupar (*clustering*) todas as publicações científicas (artigos, *reviews* e cartas) indexadas na base Web of Science considerando a citação direta entre os artigos científicos, gerando clusters com no mínimo 50 publicações. O sistema divide-se três níveis hierárquicos, sendo o menor o mais detalhado e também o utilizado na presente pesquisa. Cada área recebe um rótulo obtido mediante mineração de texto dos títulos, resumos e palavras-chave das publicações agrupadas, refletindo seu conteúdo^[141]. A vantagem de utilizar esse sistema é o fato dele lidar bem com áreas complexas e interdisciplinares, como a nanocelulose, um assunto recorrente na área de bibliometria e cientometria^[141,142].

com pelo menos 15 das publicações científicas em nanocelulose recuperadas por meio da expressão de busca do Quadro 3.1, considerando o período entre 2000 e 2013 e excluindo-se as publicações científicas que não tratavam o nanomaterial como material de engenharia²³. No total, 12 áreas atenderam aos critérios estabelecidos. Foi verificada a relação percentual entre o total de publicações da área de pesquisa *i* e o número de publicações em nanocelulose da amostra agrupada nesta área de pesquisa *i*, utilizando-se a Eq. 3.5.

$$Relação = \frac{Número\ de\ publicações\ em\ nanocelulose_i}{Total\ de\ publicações_i} * 100 \quad (3.5)$$

Dois áreas se destacaram pela maior concentração de publicações científicas em nanocelulose, que foram nomeadas de núcleos N1 e N2, e foram analisadas comparativamente mediante mineração de texto dos títulos e resumos das publicações científicas que as compõe, com auxílio do software VOSviewer. As 10 demais áreas identificadas foram nomeadas como periféricas, de P1 a P10. Um mapa de citação foi construído para a análise do fluxo de conhecimento das áreas periféricas para as áreas de núcleos.

3.2.3 Indicadores de documentos de patente em nanocelulose

Foram elaborados indicadores de documentos de patentes a partir dos dados bibliográficos indexados na base Derwent Innovations Index recuperados por meio da expressão de busca apresentada no Quadro 3.1. A busca foi realizada em 27 de março de 2014 e os dados foram coletados e armazenados em computador local. Os registros bibliográficos foram primeiramente tratados

²³ Antes da seleção final das áreas, foi feita uma análise preliminar no qual publicações científicas da amostra recuperada pela expressão de busca do Quadro 1 que tratavam principalmente de estudo da área de biologia (principalmente citologia, ciência das plantas e genética) foram excluídas.

utilizando o software Earliest Priority Selector, desenvolvido no NIT/Materiais^[143], para caracterizar o país e o ano da prioridade mais antigo do registro conforme recomendações internacionais^[83]. Em seguida, os dados foram tratados estatisticamente com auxílio do software VantagePoint. A amostra de documentos de patente analisada foi de 1.817 depositadas entre os anos de 2000 e 2011. Os dados referentes aos anos mais recentes (2012-2015) não fizeram parte da amostra por estarem incompletos, devido ao período de sigilo de documentos, em geral de 18 meses^[83,125], e ao tempo para indexação das informações na base de dados, o que afeta os indicadores temporais conforme verificado em outro estudo^[144]. Os seguintes indicadores tecnológicos foram elaborados:

- Evolução anual dos documentos de patentes em nanocelulose entre 2000 e 2011;
- Participação percentual da nanocelulose frente ao número anual de documentos de patentes em nanotecnologia entre 2000 e 2011 (calculado pela Eq. 3.6);
- Evolução do número de documentos de patentes depositadas mundialmente, no Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO) e nos países triádicos (TRIAD)²⁴ em quadriênios;
- Indicadores de perfil, que incluem total de documentos depositados mundialmente, crescimento médio do patenteamento entre 2007 e 2011 (Eq. 3.7), percentual de patentes depositadas no USPTO (Eq. 3.8), percentual de patentes depositadas simultaneamente nos países que formam a TRIAD (Eq. 3.8) e o Índice PP (Eq. 3.10), para os principais países (top 15), considerando o período de 2000 a 2013. Os mesmos indicadores foram construídos para as principais organizações mundiais

²⁴ De acordo com o Manual de Estatística da OECD^[83], depósitos de uma mesma invenção ocorridos em países triádicos (EUA, Europa e Japão) sinalizam a alta potencialidade econômica da tecnologia e que o retorno econômico é suficiente para cobrir o custo para manutenção dos depósitos nestes países/região. Tomou-se também depósitos efetuados apenas no mercado americano (USPTO) para fins comparativo e pelo fato da mineração de texto das reivindicações ter focado este local.

(top 25) e brasileiras (top 15), com inclusão do indicador percentual de patentes em cotitularidade (Eq. 3.9);

- Evolução quadrienal do patenteamento por tipo de nanocelulose entre 2000 e 2011;
- Número de documentos de patente por tipo de nanocelulose considerando o patenteamento mundial e o percentual de patentes no USPTO e na TRIAD (Eq. 3.8);
- Número de documentos de patente por tipo de nanocelulose para os principais países (top 15) e organizações (top 25);
- Evolução quadrienal dos principais subdomínios tecnológicos (top 10) envolvidos no patenteamento em nanocelulose, considerando a perspectiva mundial, USPTO e TRIAD no período de 2000 a 2011.
- Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos (top 10);

Os indicadores construídos para as organizações encontram-se no Apêndice G.

3.2.4 Processamentos e cálculos aplicados aos documentos de patente

Os Subdomínios Tecnológicos, propostos pela instituição francesa Observatoire des Sciences et des Techniques^[101], foram obtidos mediante categorização dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) no nível subclasse. O Anexo B apresenta os domínios e subdomínios a qual cada código CIP pertence. Os principais titulares foram obtidos pelo código único de titular (*assignee codes*²⁵) fornecido a empresas e instituições pela base DII^[145]. Pessoas físicas titulares foram desconsideradas.

²⁵A Derwent Innovations Index (DII) fornece uma codificação para titulares de documentos de patentes que se dividem em: a) Padronizado: códigos designados a organizações com grande

A participação do desenvolvimento tecnológico em nanocelulose frente à nanotecnologia foi calculada a partir da Eq. 3.6, sendo i um ano entre 2000 e 2013.

$$Participação = \frac{Número\ de\ doc.\ de\ patente\ em\ nanocelulose_i}{Número\ de\ doc.\ de\ patente\ em\ nanotecnologia_i} * 100 \quad (3.6)$$

O crescimento médio do patenteamento foi obtido a partir da média aritmética aplicada à taxa de crescimento (G_i) dos documentos de patente entre anos, calculada utilizando-se a Eq. 3.7. N_i é o número documentos no ano “ i ”, N_{i-1} é o número de documentos do ano “ $i-1$ ”.

$$G_i = \frac{(N_i - N_{i-1}) * 100}{N_{i-1}} \quad (3.7)$$

O percentual de documentos de patentes depositados no USPTO e TRIAD foi calculado mediante Eq. 3.8, em que i representa USPTO ou TRIAD.

$$Relação = \frac{Número\ de\ doc.\ de\ patente_i}{Total\ de\ doc.\ de\ patente_{Mundial}} * 100 \quad (3.8)$$

O percentual de patentes depositadas em cotitularidade por um titular específico foi calculado a partir da Eq. 3.9, em que i representa o titular em questão.

$$Relação = \frac{Número\ de\ doc.\ de\ patente\ em\ cotitularidade_i}{Total\ de\ documentos\ de\ patente_i} * 100 \quad (3.9)$$

O Índice PP (Patente/Publicação), obtido pela Eq. 3.10 é um índice comparativo entre o número de documentos de patente e de publicações científicas no período de 2000 a 2013, que visa caracterizar o balanço entre avanço científico e desenvolvimento tecnológico. O fator de multiplicação 10 foi adotado devido à tendência de haver mais publicações científicas do que depósitos de patente^[15].

número de documentos de patentes e que regularmente fazem depósitos; b) Não padronizado: códigos que não pertencem a uma única organização por não possuir grande portfólio de documentos de patente ou constância de patenteamento. Logo precisam ser averiguados; c) Individual, para pessoas físicas^[145].

$$\text{Índice PP} = \frac{\text{Total de Documentos de Patente} * 10}{\text{Total de Publicações Científicas}} \quad (3.10)$$

3.2.5 Extração dos tipos de nanocelulose a partir dos títulos e resumos de publicações científicas e de documentos de patente

Os tipos de nanocelulose foram obtidos mediante mineração de texto aplicada aos títulos e resumos dos registros bibliográficos recuperados na Web of Science (publicações científicas) e na Derwent Innovations Index²⁶ (documentos de patentes). O procedimento envolveu as seguintes etapas:

- 1) Aplicação do Processamento de Linguagem Natural²⁷ (*natural language process*) nos títulos e resumos dos documentos de patente e das publicações científicas obtidos nas bases bibliográficas;
- 2) Unificação das palavras de cada documento em um só campo a partir dos processamentos dos diferentes campos provedores de termos. No caso das publicações científicas, também foi incluído o campo palavras chaves dos autores.
- 3) Limpeza dos termos mediante eliminação de palavras vazias e união de termos no singular e plural, utilizando a opção *List Cleanup* do software Vantage Point;
- 4) Agrupamento de termos referentes a diferentes sinônimos da nanocelulose utilizando o tesouro apresentado no Apêndice C.

Os principais tipos de nanocelulose agrupados foram os seguintes: celulose bacteriana, celulose microfibrilada, nanofibrilas de celulose, nanocristais de celulose, nanofibras de celulose e celulose microcristalina. Alguns termos

²⁶ No caso da base DII, foram empregados apenas os textos contidos no campo Resumo do registro bibliográfico, não sendo utilizado, por exemplo, outros campos como o Foco Tecnológico, pois eles não constavam em todos os registros bibliográficos recuperados.

²⁷ Trata-se de uma opção de tratamento do software VantagePoint que permite a extração de palavras substantivadas de textos livres

genéricos pouco recorrentes foram agrupados na categoria “outros”. Embora a TAPPI^[134], instituição internacional voltada para área de papel e celulose, tenha sugerido a padronização das nomenclaturas para nanofibrilas e nanocristais de celulose, optou-se por manter as nomenclaturas separadas, tendo em vista que a literatura em nanocelulose as trata assim^[12,14,19,45,46]. Por exemplo, celulose microcristalina é um produto comercial e há tempos é obtido de maneira análoga à dos nanocristais, por hidrólise ácida, embora haja diferenças peculiares entre as mesmas^[12]. A análise separada pode fornecer um panorama mais detalhado do universo da nanocelulose, fornecendo indícios mais precisos do desenvolvimento tecnológico de cada um.

Foi possível categorizar 86,3% das publicações nos seis principais tipos de nanocelulose. No caso dos documentos de patente, a eficiência de categorização variou quando se utilizou os registros bibliográficos da Derwent Innovations Index ou as reivindicações de patentes, como discutido em detalhes no tópico 4.4.

3.3 Elaboração de indicadores tecnológicos pela mineração de texto aplicada às reivindicações de documentos de patente em nanocelulose

3.3.1 Procedimento para recuperação dos textos completos de documentos de patente

O procedimento de coleta dos textos completos dos documentos de patentes depositadas no USPTO envolveu duas etapas principais. Na primeira, foram obtidos os números dos pedidos de patentes efetuados nos EUA a partir da amostra de registros bibliográficos dos documentos de patente em nanocelulose indexados na base de dados DII e coletada em março de 2014. Foram selecionados 598 registros bibliográficos que continham pelo menos um número de pedido efetuado ou patente concedida nos EUA.

A segunda etapa envolveu a coleta dos textos completos de documentos de patente utilizando os números de pedidos do escritório americano (USPTO). Contou-se com o auxílio do software GETIPDL para a recuperação dos 598 documentos completos em formato *hypertext markup language* (HTML). Em seguida, os documentos foram agrupados e convertidos para o formato de texto com auxílio do navegador Mozilla Firefox. Em posse dos textos completos dos documentos de patentes, fonte primária das reivindicações, foi projetado e elaborado um filtro de importação no software Vantage Point para posterior tratamento das reivindicações.

3.3.2 Processamento geral das reivindicações

Após a coleta dos dados, o processamento dos textos contidos no campo de reivindicações do documento de patente foi executado de acordo com as seguintes etapas²⁸:

- 1) Separação do campo de reivindicações do documento;
- 2) Segmentação de cada sentença das reivindicações;
- 3) Separação das reivindicações dependentes das independentes, tomando como marcadores as expressões textuais regulares das reivindicações dependentes, mostradas no Quadro D.1;
- 4) Divisão da reivindicação em preâmbulo²⁹ e corpo³⁰, tomando como marcadores as expressões textuais (frase de transição) apresentadas no Quadro D.2³¹;

²⁸O processamento das reivindicações foi elaborado com base no Manual para Escrita de Patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual^[128], que possui foco para escrita de reivindicações, além de observações realizadas pelo presente autor ao próprio texto das reivindicações em experimentos pilotos realizados durante o desenvolvimento da presente pesquisa.

²⁹O papel do preâmbulo é indicar a categoria ou a classificação da reivindicação, que pode ser basicamente atividades e entidades físicas^[128].

- 5) Categorização dos preâmbulos das reivindicações em uma categoria da tipologia básica (elementos físicos ou de atividades), conforme apresentado na Tabela 3.2, tomando como referência a sentença do preâmbulo;
- 6) Aplicação do processamento de linguagem natural³² tanto no preâmbulo como no corpo da reivindicação, para obtenção de termos potencialmente relevantes para a elaboração de indicadores;
- 7) Eliminação de termos vazios ou sem sentido (*stopwords*) e agrupamento de termos semelhantes, utilizando a função List Cleanup³³ do software Vantage Point, de maneira separada para os preâmbulos e para os corpos das reivindicações³⁴;

No corpo das reivindicações, foi encontrada uma quantidade expressiva de termos, na forma de palavras substantivadas, que são potencialmente relevantes para a elaboração de indicadores^[128]. A presente pesquisa englobou apenas a identificação, tratamento e análise dos termos relevantes para caracterização das classes dos materiais (poliméricos) e dos tipos de nanocelulose presentes nas reivindicações.

³⁰ O corpo das reivindicações deve conter os detalhes da invenção^[128], por exemplo, os polímeros que o depositante reivindica para determinada composição de material compósito contendo nanocelulose como reforço.

³¹ Como em algumas reivindicações apareceram mais do que um marcador, foi considerado que o preâmbulo seria a frase até o primeiro marcador.

³² Funcionalidade do software que extrai termos (palavras e frases substantivadas) de qualquer texto em inglês fornecido.

³³ O processo de List Cleanup aplica um algoritmo *fuzzy* para verificar a semelhança entre palavras, aglomerando basicamente palavras no singular e plural.

³⁴ A etapa de limpeza envolveu a eliminação de palavras vazias como “about”, “accordingly”, “the”, “a”, “and”, “no”, números em geral, etc., que aparecem com elevada frequência, mas que sozinhos não fornecem nenhum significado descritivo e de entendimento. Pelo mesmo motivo, também foram desconsideradas unidades de medida que apareciam recorrentemente no texto.

Tabela 3.2 Tipologia básica e categorias elaboradas para classificar os preâmbulos das reivindicações.

| Tipologia básica | Categoria | Descrição |
|-------------------|-----------------------------------|---|
| Entidades Físicas | Aparatos, dispositivos e sistemas | Reivindicações que descrevem entidades físicas acessórias ao produto ou composição principal da invenção |
| | Composições e produtos | Reivindicações que tratam de composições utilizadas na invenção e produtos resultantes da combinação de compostos ou substância, incluindo aqueles resultantes de processos |
| Atividades | Processos e métodos | Reivindicações que caracterizam as atividades, procedimentos e entidades envolvidas na invenção, como processamento, fabricação e métodos específicos |
| | Uso | Reivindicações que tratam do uso de substâncias ou produtos, incluindo novos usos para fármacos e outras composições. |

Fonte: elaborado pelo autor com base no Manual para Escrita de Patente^[128].

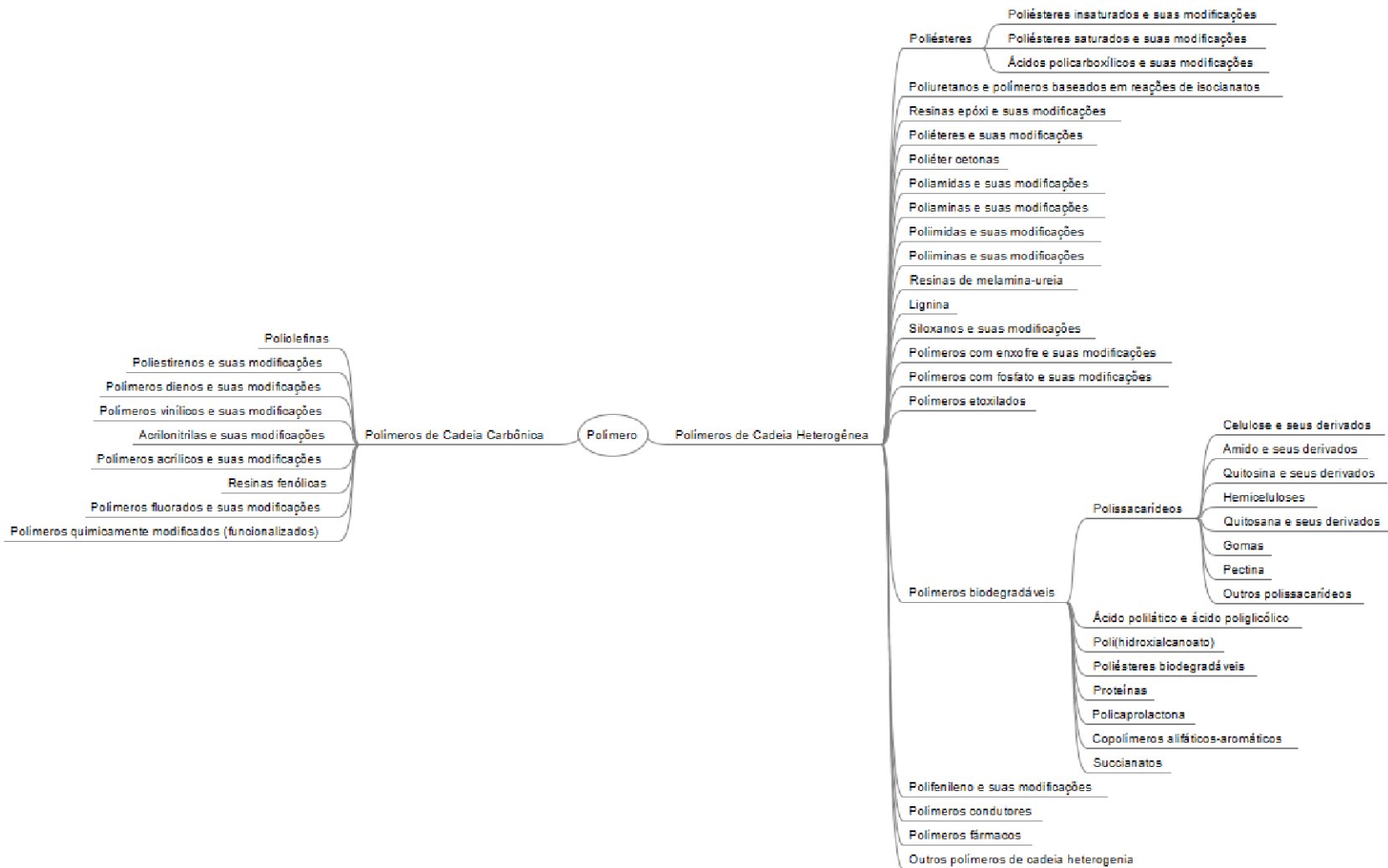
3.3.3 Processamento do corpo das reivindicações

Os tipos de nanocelulose presentes nos termos extraídos dos corpos das reivindicações foram caracterizados pela aplicação do tesauro apresentado no Apêndice C, de maneira análoga ao realizado para os termos extraídos dos títulos e resumos (ver tópico 3.2.5). O tesauro foi construído para uso em diferentes fontes de palavras, incluindo o uso de expressões regulares, e foi utilizado nas reivindicações, do mesmo modo que nos títulos e resumos, para minimizar variações de termos com significado semelhante ou idêntico, e permitir o comparativo entre os resultados das diferentes partes analisadas das patentes (reivindicação VS título e resumo).

Foi elaborado um mapa de classes de materiais poliméricos para classificar os termos encontrados no corpo das reivindicações. O mapa foi construído com auxílio de especialistas, e, em um processo iterativo de verificação dos termos extraídos das reivindicações relacionados a nomes de polímeros e a identificação da classe à qual eles podem ser enquadrados. A nomenclatura das classes foi estruturada como mostrado na Figura 3.2, com base nas classificações utilizadas por bibliografia clássica da área de materiais poliméricos^[146-151]. A classificação se baseia no eixo da cadeia principal do polímero e a presença de heteroátomos. Se na cadeia principal há presença de heteroátomos³⁵, o termo referente ao polímero é direcionado a uma das classes de Polímeros de Cadeia Heterogênea. Caso contrário, o termo é associado a uma das classes de Polímeros de Cadeia Carbônica. A Tabela 3.3 apresenta exemplos de polímeros encontrados na pesquisa e o respectivo tipo de cadeia que foi considerado a partir do procedimento da presente pesquisa.

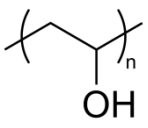
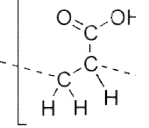
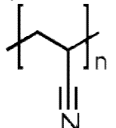
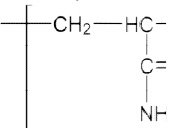
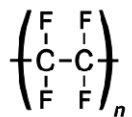
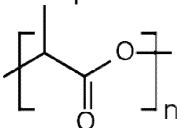
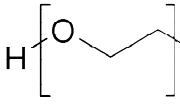
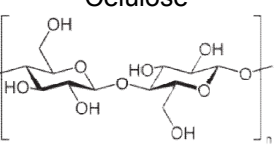
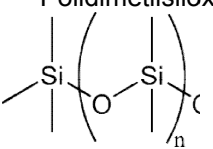
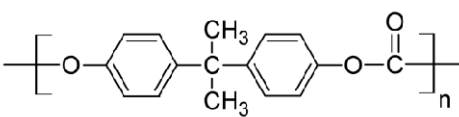
Termos de polímero cuja nomenclatura estava incompleta, devido a eventuais falhas no processamento de linguagem natural, foram descartados do processo de classificação, ressaltando-se que tais termos representaram em torno de 1% dos termos categorizados. No caso de polímeros pertencentes a classes distintas, por exemplo, formando um copolímero, procurou-se optar pela classe do primeiro polímero, como tem sido utilizado e recomendado por outros autores da área^[149]. Por exemplo, o termo “polyvinyl alcohol-polyethylene glycol copolymer” foi direcionado para a classe Polímeros Vinílicos e suas Modificações, pois se assumiu que a quantidade de poli(álcool vinílico) era maior que a de polietileno glicol. O Apêndice E (Quadros E.1-E.45) contém todos os termos extraídos do corpo das reivindicações e associados a cada classe de polímeros definida na Figura 3.2.

³⁵ Exemplos de heteroátomos incluem, tipicamente, nitrogênio, oxigênio, enxofre, fósforo ou boro^[147,149-151].



Fonte: Elaborado pelo autor com base em referências^[146-151] e consulta a especialistas.
 Figura 3.2 Mapa das classes de polímeros para classificação dos termos associados a polímeros.

Tabela 3.3 Exemplo de polímeros agrupados conforme o tipo de cadeia.

| Tipo de cadeia | Exemplo de polímeros | |
|---------------------------------|---|--|
| Polímeros de Cadeia Carbônica | Poli(álcool vinílico)  | Ácido poli(acrílico)  |
| | Poli(acrilonitrila)  | Poli(acrilamida)  |
| | Politetrafluoretileno  | |
| Polímeros de Cadeia Heterogênea | Ácido polilático  | Polietileno glicol  |
| | Celulose  | Polidimetilsiloxano  |
| | Policarbonato  | |

Fonte: elaborado pelo autor com base em figuras indexadas no Wikipédia^[152-161].

3.3.4 Indicadores elaborados a partir das reivindicações

Foram elaborados indicadores a partir das reivindicações dos documentos de patentes sobre nanocelulose depositados no Escritório Americano de Patentes e Marcas, divididos em indicadores **exploratórios e analíticos**. Os indicadores

exploratórios foram elaborados para auxiliar a compreensão das possibilidades de indicadores a partir das reivindicações, estando detalhados no Apêndice H, são basicamente os seguintes:

- Total e percentual de documentos de patente, número de reivindicações total e por documento para os principais países/regiões de prioridade;
- Distribuição do número de reivindicações para cada documento da amostra de texto completo;
- Número de categorias de reivindicação por documento de patente;
- Número de documentos de patente por categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes;
- Número de ocorrências de categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes;
- Razão entre o número de reivindicações dependentes sobre o número de reivindicações de pendentes por categoria;
- Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o preâmbulo ou o corpo da reivindicação (independente e dependente);
- Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o corpo das reivindicações independentes e dependentes;

Os indicadores **analíticos** foram elaborados para analisar tanto o **conjunto de textos completos** em nanocelulose como o **conjunto de documentos associados a materiais compósitos**. Para o conjunto amostral completo, os seguintes indicadores **analíticos** foram construídos:

- Evolução do número de documentos de patente depositados no USPTO separados em períodos de quadriênios;
- Participação do número de documentos de patentes depositados no USPTO sobre o total de documentos de patente depositado mundialmente separados em períodos de quadriênios;

- Percentual das categorias nas reivindicações em função do total de documentos por quadriênio;
- Percentual de documentos de patentes por período para cada tipo de nanocelulose;
- Razão entre o número de reivindicações dependente sobre o número de reivindicações independentes para cada tipo de nanocelulose;
- Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos;
- Percentuais de documentos de patentes por tipo de nanocelulose para os principais países/região e Brasil.
- Percentual de documentos de patente para os tipos de nanocelulose em função dos principais titulares dos documentos de patente;
- Número de documentos de patentes e representatividade na amostra das classes de polímeros encontradas nas reivindicações de patentes;
- Número de documentos de patente para cada tipo de nanocelulose a partir de diferentes fontes textuais (registros bibliográficos e texto completo);

Para o **conjunto de documentos associados explicitamente a materiais compósitos**, obtidos mediante separação dos documentos que mencionavam o termo “composite”, tanto nos títulos e resumos como nas reivindicações, foram elaborados os seguintes indicadores **analíticos**:

- Evolução do patenteamento em nanocelulose aplicada a materiais compósitos e de sua representatividade para diferentes quadriênios
- Número de documentos de patente em materiais compósitos contendo nanocelulose e valor percentual em relação ao total de documentos de patente do país/região em nanocelulose no período 2000-2011;
- Evolução do número de documentos de patente para as categorias de reivindicação no contexto de materiais compósitos contendo nanocelulose.

- Número de documentos de patente para detalhes extraídos dos preâmbulos de reivindicações dependentes e independentes conforme categoria no período 2000-2011;
- Evolução do percentual de documentos de patente em diferentes quadriênios para os principais tipos de nanocelulose;
- Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios associado ao conjunto de documentos de patente em materiais compósitos contendo nanocelulose no período 2000-2011;
- Percentual de documentos dos países/região em função dos tipos de nanocelulose para o período de 2000 a 2011;
- Número e percentual de documentos de patente para as classes de polímeros identificados no período 2000-2011;
- Evolução percentual dos documentos de patente de polímeros biodegradáveis e não biodegradáveis em função de quadriênios;
- Classes de polímeros para os tipos de nanocelulose dos documentos de patente em materiais compósitos no período 2000-2011.

Os indicadores que tratavam dos titulares foram dispostos no Apêndice I.

3.4 Infraestrutura, equipamentos e softwares utilizados na pesquisa

No desenvolvimento da presente pesquisa, foi empregado um conjunto de laboratórios com equipamentos dedicados ao armazenamento e processamento de grandes volumes de informação existentes no NIT/Materiais, localizado no Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos. Entre outros equipamentos, destacaram-se: a) um laptop Intel Core i5 2,40 GHz, 4 GB de memória RAM e 500 GB de HD, Windows Seven 64 bits; b) um computador desktop Intel Core i7 2,67GHz, 6 GB de memória RAM e 500 GB de HD, Windows Seven Ultimate 64 bits, acessível remotamente; c) sistema de

visualização de alta definição para análise de indicadores redes de ligação e colaboração, composto por quatro monitores interligados, modelo LCD Samsung 460UX-3 46”, resolução 1920x1080 pixels; d) servidores; e) sistema de e-mail e telefonia.

Os principais programas computacionais, devidamente licenciados para uso nas pesquisas desenvolvidas no NIT/Materiais e utilizados na presente pesquisa foram os seguintes:

- Vantage Point (versão 5.0), desenvolvido pela Search Technology, EUA^[162], utilizado para a análise e elaboração de indicadores com base nas rotinas de mineração de dados e de mineração de texto;
- GetIPDL (versão 2.6), desenvolvido por Kazuya Ujihara, Japão^[163], empregado para auxiliar na coleta semiautomatizada do texto integral de documentos de patente da base de dados do Escritório Americano de Patentes e Marcas^[136];
- VOSviewer (versão 1.5.7), desenvolvido no Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia da Universidade de Leiden, Holanda^[112], usado para criação de mapas baseados na combinação da análise de cluster com a análise de conteúdo a partir de títulos e resumos mediante mineração de texto^[104,105,141];
- Gephi (versão 0.8.2 beta), software livre^[164], para elaboração de redes de colaboração entre organizações, países, etc.;
- Earliest Priority Selector (versão 1.0), desenvolvido no NIT/Materiais com base nas necessidades da presente pesquisa por Milanez e coautores^[143], utilizado para obtenção do primeiro ano e país da prioridade em registros bibliográficos de patentes com prioridades múltiplas;
- Excel (versão 2007) e eventualmente outros softwares, para cálculos estatísticos e representação gráfica de indicadores.

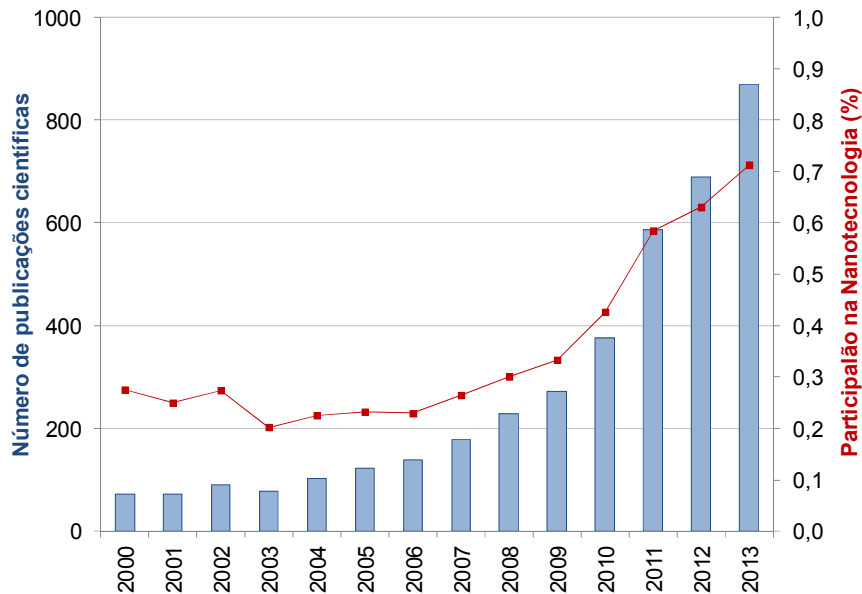
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Indicadores científico em nanocelulose

4.1.1 Evolução das publicações científicas em nanocelulose

As primeiras publicações científicas sobre nanocelulose indexadas na base Web of Science datam do final da década de 1940 e trataram, sobretudo, de celulose bacteriana, embora estudos envolvendo esse tipo de nanocelulose já ocorressem anteriormente^[165]. De fato, o número de publicações científicas em nanocelulose cresceu substancialmente a partir de meados dos anos 2000, como mostrado na Figura 4.1, refletindo o atual interesse sobre nanomateriais à base de celulose. Pelo menos em parte, esse aumento considerável deve-se aos incentivos para pesquisa em nanotecnologia em geral^[23-25] e em linhas específicas associadas à nanocelulose, principalmente na Europa^[15]. Isso pode ser constatado com o aumento da participação do número anual de publicação para a nanocelulose em relação ao número de publicações da nanotecnologia.

Entre 2009 e 2013, o crescimento médio anual do número de publicações para nanocelulose foi de 31,4%, superior ao valor médio calculado para 2000-2013 (22,3%), sugerindo que as pesquisas em nanocelulose deverão intensificar-se nos próximos anos. Há projeções que apontaram o início do estágio de maturação das pesquisas em meados da década de 2020, como mostrado na Figura 2.5^[15]. O crescimento médio anual das publicações em nanotecnologia foi de 12,6% entre 2000 e 2013, com queda no valor quando se toma os últimos cinco anos (10,0%), sugerindo também um provável início de maturação das pesquisas em nanoescala, considerando os paradigmas atuais, nos próximos anos.



Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Figura 4.1. Número de publicações científicas e participação da nanocelulose nas publicações científicas em nanotecnologia no período de 2000 a 2013.

4.1.2 Atuação dos países nas pesquisas científicas em nanocelulose

As pesquisas científicas em nanocelulose tiveram contribuição principalmente dos EUA, China, Japão, Suécia e França que, em conjunto, representaram 52,4% das publicações científicas do período analisado, como mostrado pela Tabela 4.1. Tais países, juntamente com outros membros da União Europeia, fazem parte do *mainstream* da pesquisa científica mundial^[79,80] e tem forte interesse no desenvolvimento da nanotecnologia e dos nanomateriais^[8,5,35,166]. A França teve o maior Índice de Impacto entre os países listados, evidenciando sua importância para as pesquisas científicas em nanocelulose. Assim como os japoneses, os franceses estão engajados há mais tempo nas pesquisas em nanocelulose, visto que o ano médio de suas publicações foi 2008, inferior à média dos demais países. O destaque da França

pode ser associado principalmente à atuação do pesquisador francês Alan Dufresne, atualmente na Grenoble Institute of Technology, que é tido como um dos pioneiros e principais expoentes nas pesquisas deste nanomaterial.

Tabela 4.1 Indicadores de perfil dos principais países que pesquisaram nanocelulose no período entre 2000 e 2013.

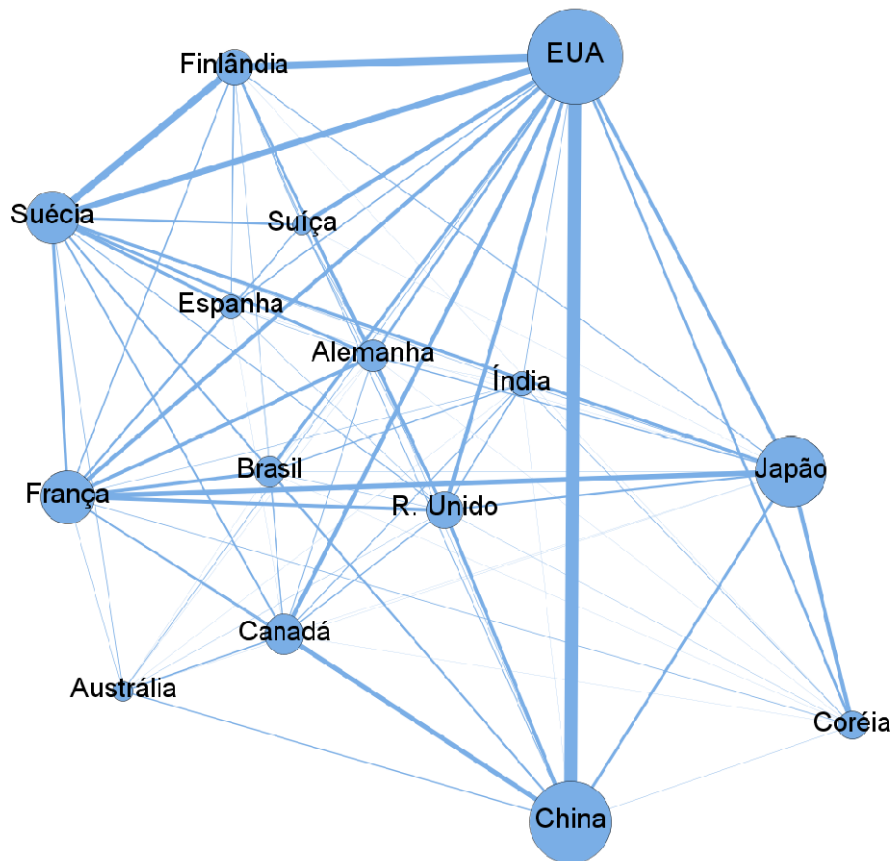
| País | Total de Publicações | Ano Médio das Publicações | Índice de Impacto | Índice de colaboração |
|-----------|----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| EUA | 710 | 2009,8 | 25,2 | 40,4 |
| China | 585 | 2011,0 | 10,9 | 25,3 |
| Japão | 515 | 2008,3 | 24,7 | 29,3 |
| França | 360 | 2008,4 | 36,6 | 50,6 |
| Suécia | 349 | 2010,1 | 25,1 | 59,6 |
| Canadá | 252 | 2010,2 | 22,0 | 37,3 |
| R. Unido | 224 | 2008,8 | 25,0 | 53,1 |
| Finlândia | 216 | 2010,6 | 19,5 | 55,1 |
| Alemanha | 180 | 2008,8 | 31,1 | 58,3 |
| Brasil | 165 | 2011,0 | 10,5 | 33,3 |
| Coréia | 147 | 2009,9 | 10,5 | 33,3 |
| Índia | 118 | 2010,4 | 10,0 | 32,2 |
| Espanha | 99 | 2011,0 | 14,0 | 71,7 |
| Austrália | 80 | 2009,1 | 17,4 | 40,0 |
| Suíça | 67 | 2011,4 | 18,9 | 67,2 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

França, Alemanha, os EUA, Suécia, Japão e Reino Unido apresentaram um Índice de Impacto de destaque frente aos demais países, sugerindo que suas pesquisas têm fornecido as bases científicas para o estabelecimento da nanocelulose. Em termos de colaboração, os EUA, Canadá, França, Finlândia e Suécia apresentaram colaboraram consideravelmente entre si, conforme mostrado na Figura 4.2.

Exceto para a França, há notícias de diretrizes de pesquisa e de plantas-piloto para produção do nanomaterial nestes quatro países e, no caso do Canadá, Finlândia e Suécia, o interesse sobre o desenvolvimento da nanocelulose faz parte de suas estratégias para melhor aproveitamento de suas florestas^[15,48-51]. França,

Alemanha, Reino Unido e Japão talvez tenham adotado, até o momento, uma estratégia de comercialização de tecnologias em nanocelulose desenvolvidas como base as pesquisas ocorridas em seus territórios, não apresentando iniciativas de escalonamento e produção do nanomaterial até o momento.



Fonte: Web of Science. Elaborado pelo Autor.

Figura 4.2 Rede de colaboração dos principais países que publicaram em nanocelulose no período de 2000 a 2014.

Em média, os países tiveram 45,8% de suas publicações em parceria com outros países. Coreia, Brasil, Índia e China apresentaram Índice de Colaboração relativamente baixo (valores entre 25,0% e 33,3%) além dos relativos baixos Índices de Impacto (próximos a 10), o que sugere que as pesquisas nestes países

ainda estão em estágio inicial. Os EUA foi o principal parceiro da China, Finlândia e Suécia no período, conforme Figura 4.2. Para o Brasil, os países que mais colaboraram com suas pesquisas foram França e os EUA.

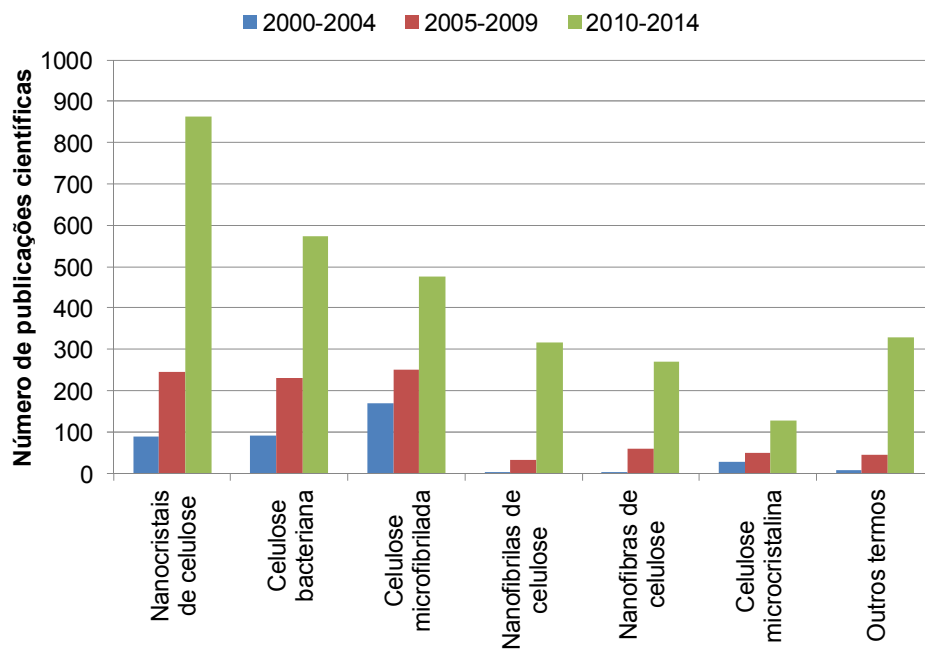
Um elevado Índice de Colaboração, como no caso da Espanha e Suíça (71,7% e 67,2% respectivamente), sugere que estes países podem não possuir uma massa crítica de pesquisadores atuantes ou procuram agilizar a redução da defasagem do seu avanço do assunto. O Ano Médio da Publicação destes dois países, juntamente com o Brasil e a China, são os maiores dentre os países analisados, o que representa o eventual esforço mais recente nas pesquisas em nanocelulose. O Japão apresentou Índice de Colaboração relativamente baixo (29,3%), mas um índice de Impacto relativamente alto (24,7%), provavelmente por desenvolver pesquisas avançadas e atuar a mais tempo na pesquisa deste nanomaterial (o ano médio de suas publicações foi 2008,3).

4.1.3 Evolução das pesquisas considerando os diferentes tipos de nanocelulose

Observou-se um salto nas pesquisas para os tipos de nanocelulose entre os quinquênios 2005-2009 e 2009-2014, conforme Figura 4.3, indicando o provável aumento das pesquisas em nanocelulose e/ou de sua importância no campo da nanotecnologia, embora possa existir um viés relativo a mudanças de terminologias³⁶. Uma exceção é a celulose microcristalina, que não apresentou acúmulo significativo de publicações científicas nos períodos, possivelmente porque já existem produtos comercialmente disponíveis e utilizados pela área de fármacos, como um material inerte^[12]. A FMC Biopolymers, por exemplo, comercializa o Avicel[®], que é fabricado com celulose microcristalina^[167].

³⁶ Os termos com radical micro- podem estar caindo em desuso, sofrendo substituição gradual por termos com o radical nano-, por exemplo, celulose microcristalina por nanocristais de celulose e celulose microfibrilada por nanofibrilas de celulose^[133].

As publicações sobre nanofibrilas de celulose cresceram 858% entre os quinquênios 2005-2009 e 2010-2014, como verificado na Figura 4.3, o maior valor entre os tipos de nanocelulose analisados. Considerando uma análise juntando as nomenclaturas micro- e nano-fibrilas de celulose, pode-se dizer que as pesquisas envolvendo estes nanomateriais obtidos via processo mecânico se sobressaiu à celulose bacteriana. As publicações em nanocristais de celulose aumentaram e acumularam mais publicações do que celulose microcristalina, o que corrobora a redução proporcional do interesse nas pesquisas desse tipo de nanocelulose.



Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Figura 4.3 Evolução das publicações científicas para cada termo relacionado à celulose em escala nanométrica.

Em geral, todos os países analisados tiveram publicações científicas associadas aos tipos de nanocelulose mapeados, com exceção da Austrália, que não teve publicações sobre nanofibrilas de celulose, e da Suíça, que não abrangeu celulose microcristalina, conforme apresentado na Tabela 4.2. Os países tenderam a apresentar um percentual de publicações científicas maior para

um tipo de nanocelulose do que para outro. Por exemplo, 59,1% das publicações científicas do Canadá mencionaram nanocristais de celulose enquanto que 51,8% das publicações da Coreia foram associadas à celulose bacteriana.

Tabela 4.2 Percentual de publicações científicas dos principais países em função do tipo de nanocelulose para o período de 2000 a 2014.

| País | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibrilada | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcristalina | Outros termos |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| EUA | 48,7 | 14,1 | 26,3 | 11,0 | 9,7 | 7,6 | 9,9 |
| China | 38,0 | 35,6 | 9,4 | 5,7 | 9,8 | 6,1 | 7,3 |
| Japão | 21,8 | 28,9 | 34,1 | 9,7 | 16,4 | 5,2 | 5,4 |
| França | 49,0 | 8,9 | 40,8 | 6,3 | 3,3 | 6,6 | 11,5 |
| Suécia | 26,3 | 17,5 | 32,2 | 23,8 | 12,8 | 5,0 | 19,1 |
| Canadá | 59,1 | 14,8 | 16,9 | 2,1 | 9,3 | 2,5 | 11,0 |
| R. Unido | 37,8 | 25,0 | 34,2 | 5,6 | 6,1 | 3,6 | 10,7 |
| Finlândia | 36,0 | 3,3 | 32,2 | 41,7 | 5,7 | 5,2 | 27,5 |
| Alemanha | 25,5 | 31,0 | 35,9 | 8,3 | 2,1 | 4,8 | 16,6 |
| Brasil | 37,3 | 34,2 | 8,9 | 5,7 | 12,0 | 7,0 | 13,9 |
| Coréia | 18,7 | 51,8 | 10,1 | 5,8 | 12,2 | 6,5 | 7,9 |
| Índia | 28,2 | 30,1 | 16,5 | 9,7 | 10,7 | 4,9 | 25,2 |
| Espanha | 34,3 | 30,3 | 28,3 | 18,2 | 1,0 | 12,1 | 7,1 |
| Austrália | 23,5 | 23,5 | 50,0 | - | 8,8 | 7,4 | 2,9 |
| Suíça | 39,7 | 4,8 | 33,3 | 31,7 | 15,9 | - | 11,1 |
| Outros | 28,5 | 31,4 | 29,5 | 8,9 | 8,4 | 6,6 | 11,0 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

A análise estatística, cujos cálculos estão presentes no Apêndice B, pode indicar se houve a priorização das pesquisas de cada país para determinado tipo de nanocelulose, como pode ser visto na Tabela 4.3. A análise deixou claro, por exemplo, que o Canadá priorizou as pesquisas em nanocristais de celulose ou que a Finlândia e a Suécia têm as nanofibrilas como nanomaterial de interesse maior. De fato, o Canadá possui uma planta piloto para produção de nanocristais de celulose^[49]. De acordo com os especialistas em nanocelulose consultados, os resultados corroboram o que se tem observado em publicações, conferências e congressos específicos da área, indicando a eficácia da análise estatística.

Também foi verificada a priorização de pesquisa para as principais instituições, conforme Apêndice F (Quadros F1-F6), o que pode indicar potenciais parceiros para o desenvolvimento de pesquisa científica em nanocelulose.

Tabela 4.3 Países que priorizaram as pesquisas em cada tipo de nanocelulose.

| Tipo | Priorizaram as pesquisas |
|--------------------------|------------------------------------|
| Nanocristais de celulose | Canadá |
| Celulose bacteriana | Coréia |
| Celulose microfibrilada | Austrália e França |
| Nanofibrilas de celulose | Finlândia, Suécia, Suíça e Espanha |
| Nanofibras de celulose | Japão e Suíça |
| Celulose microcristalina | Espanha |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

4.1.4 Principais áreas de pesquisa em nanocelulose

Das doze áreas de pesquisa associadas à nanocelulose, duas possuíam alta relação entre o número de publicações em nanocelulose (amostra) e o total de publicações científicas pertencentes à área, conforme Tabela 4.4. Tais áreas foram chamadas de núcleos da pesquisa sobre nanomateriais à base de nanocelulose (N1 e N2) e mostram que a nanocelulose já se apresenta como uma área de pesquisa estabelecida, com base no sistema de classificação do CWTS^[141]. As demais foram denominadas áreas Periféricas (P1 a P10).

O núcleo N1 remete a processos *top-down* e está associada à nanofibrilas, nanofibras, nanocristais de celulose e nanocompósitos. Enquanto isso, o núcleo N2 trata de celulose bacteriana, biossíntese e outros aspectos associados a processos *bottom-up*. Na análise comparativa do conteúdo de ambas as áreas, conforme Figura 4.4, também é possível verificar aspectos mais detalhados dos conteúdos das publicações científicas que são recorrentes (em cores amarela, verde e azul turquesa), principalmente: a) **propriedades e características** (*electrical conductivity, high tensile strength, high mechanical strength, cytotoxicity,*

crystallinity index, crystallite size, pore size); b) **técnicas de caracterização** (*x ray diffraction pattern, nuclear magnetic resonance, nmr spectroscopy, scanning electron microscope image, ftir spectra*).

O conjunto de publicações o núcleo N1 é maior e mais recente do que a área N2, como mostrado pelo Ano Médio das publicações, conforme Tabela 4.4, sugerindo que a primeira tende a prevalecer nos próximos anos em relação à segunda, caso não ocorra alguma descoberta ou mudança imprevista^[141]. Contudo, isso não significa que há saturação das pesquisas em celulose bacteriana. De fato, as citações entre estas áreas do núcleo são elevadas, mostrando um fluxo intenso de conhecimento, como mostrado na Figura 4.5.

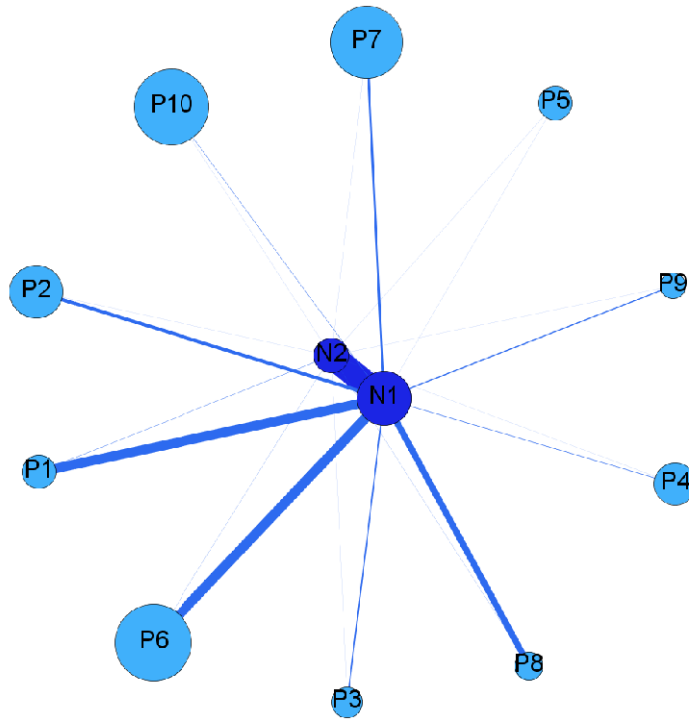
As áreas de pesquisa periféricas (P1-10) mostram assuntos que também são recorrentemente encontrados nas publicações científicas em nanocelulose^[10-13,19,45,46,56-58]. Em termos de número de publicações agrupadas, as áreas P6 (biocompósitos), P10 (hidrólise enzimática) e P7 (*electrospinning*) são, em ordem decrescente, as maiores, enquanto que P9 (polpas de celulose), P8 (oxidação da celulose) e P3 (dissolução da celulose) são as menores áreas. Os tópicos de pesquisa que acumulam publicações mais antigas são P8 (oxidação da celulose), P9 (polpas de celulose) e P2 (compósitos de amido), sugerindo que são temáticas relativamente dominadas pela ciência. Por outro lado, as áreas periféricas mais novas são P4 (dissolução da celulose), P10 (hidrólise enzimática) e P7 (*electrospinning*), e tendem a ter bom espaço para futuras pesquisas em nanocelulose.

O fluxo de conhecimento mostrou que as áreas mais citadas pelo núcleo N1 foram P6 (biocompósitos), P1 (celulases), P8 (oxidação da celulose) e P2 (compósitos de amido), não havendo influência do número de publicações agrupadas em cada área periférica. Interessante notar a presença da área P8 (oxidação da celulose), uma das formas de se modificar superficialmente o nanomaterial e evitar aglomerações e melhorar a interação com a matriz de compósitos^[45]. A área P5 apresentou pouca citação dos núcleos, talvez pela especificidade dos polímeros condutores.

Tabela 4.4 Perfil das principais áreas de pesquisa associada à nanocelulose.

| Área de Pesquisa | | Total de Publicações | | Participação | Ano médio das publicações |
|------------------|--|----------------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | | Área | Nanocelulose | | |
| N1 | Nanocristais de celulose Nanofibras de celulose Nanofibrilas de celulose Nanocompósitos | 1418 | 1049 | 74,0% | 2010,3 |
| N2 | Celulose bacteriana Biossíntese Condição de cultura Aplicação biomédica | 577 | 416 | 72,1% | 2008,9 |
| P1 | Celulases Microfibrilas de celulose Hidrólise enzimática Estrutura cristalina | 523 | 80 | 15,3% | 2008,4 |
| P2 | Compósitos de amido Preparação e caracterização Propriedade mecânica Biodegradabilidade | 1367 | 33 | 2,4% | 2007,9 |
| P3 | Dissolução da celulose Solução aquosa de NaOH e Urea Preparação e caracterização Filme e fibra de cel. regenerada | 396 | 31 | 7,8% | 2008,1 |
| P4 | Dissolução da celulose Líquidos iônicos Preparação e caracterização Madeira e bagaço de cana | 895 | 30 | 3,4% | 2009,8 |
| P5 | Polímeros condutores Polipirrol e polianilina Síntese e fabricação Compósitos | 517 | 29 | 5,6% | 2008,3 |
| P6 | Biocompósitos Propriedade mecânica Fibra natural Preparação e caracterização | 2409 | 26 | 1,1% | 2008,5 |
| P7 | Electrospinning Nanofibras Fabricação e caracterização Morfologia Polímeros | 2204 | 21 | 1,0% | 2009,1 |
| P8 | Oxidação da celulose TEMPO Preparação e caracterização Celulose oxidada | 294 | 17 | 5,8% | 2007,2 |
| P9 | Polpas de celulose Hemicelulose Preparação Secagem | 171 | 17 | 9,9% | 2007,9 |
| P10 | Hidrólise enzimática Produção de bioetanol Fermentação Bagaço de cana | 2360 | 16 | 0,7% | 2009,8 |

Fonte: Web of Science/CWTS. Elaborado pelo autor.



Fonte: Web of Science/CWTS. Elaborado pelo Autor.

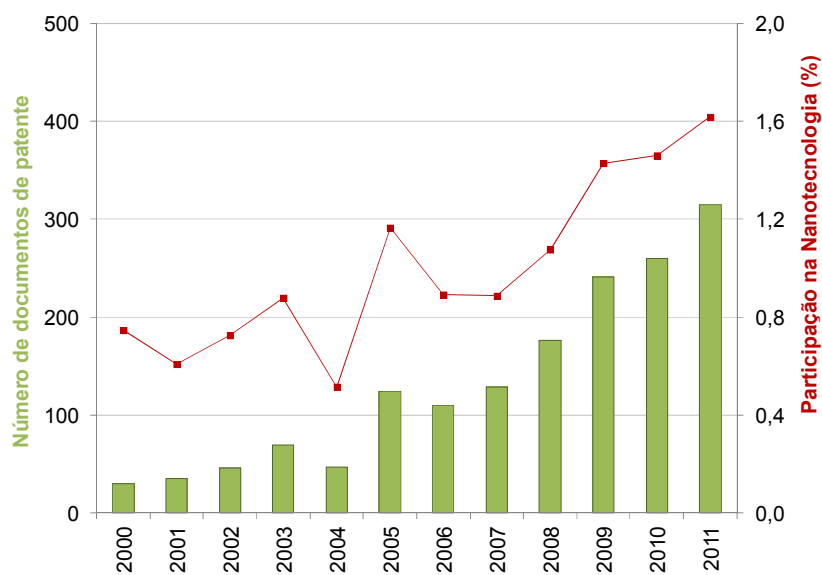
Figura 4.5 Fluxo de conhecimento das áreas periféricas para as áreas núcleo.

4.2 Indicadores tecnológicos em nanocelulose

4.2.1 Evolução do patenteamento em nanocelulose

O patenteamento em nanocelulose iniciou-se no final da década de 1960, ainda que de maneira incipiente e permaneceu assim até o final de 1979, quando pesquisadores da International Telephone and Telegraph Corporation (ITT) 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^[4,11-14]. No entanto, o número de documentos de patente só veio a

crescer efetivamente a partir de 2007, conforme Figura 4.6³⁷. Em parte, essa demora pode ter sido consequência de gargalos científicos e tecnológicos, como o elevado gasto energético e dificuldades técnicas da obtenção do material pela rota da ITT^[11], e poucos incentivos para o desenvolvimento do nanomaterial.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

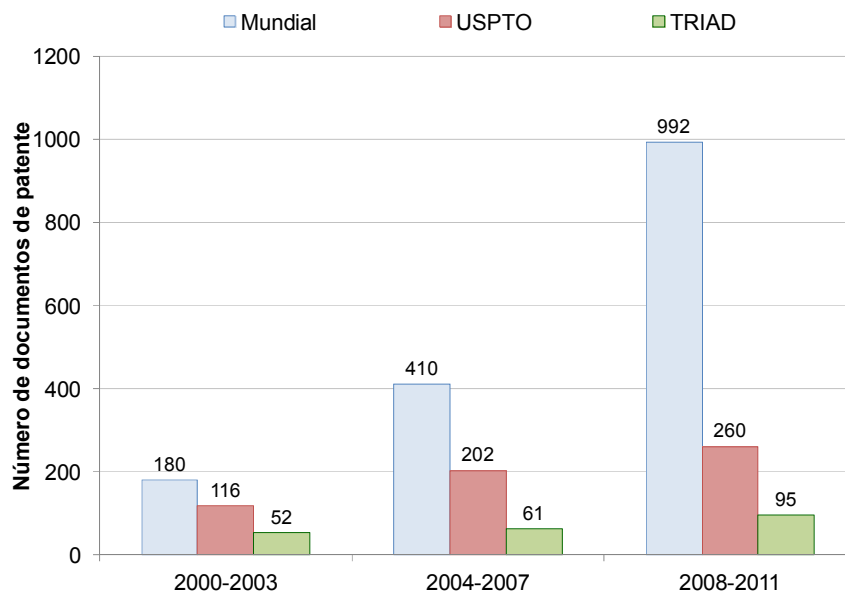
Figura 4.6 Evolução do patenteamento em nanocelulose e sua participação no patenteamento em nanotecnologia entre 2000 e 2011.

Mais recentemente, o número de documentos de patente em nanocelulose tem aumentado constantemente, inclusive em sua participação na área de nanotecnologia como um todo, representando 1,6% em 2011. Entre 2000 e 2011, o patenteamento em nanocelulose cresceu, em média, 30,8% ao ano, de forma mais acelerado que o patenteamento em nanotecnologia, cujo crescimento médio anual foi de 15,9%. Esse crescimento acelerado reflete o estágio tecnológico

³⁷ O gráfico considera apenas o número anual de patentes até o ano de 2011, pois os dados referentes aos anos 2012 e 2013, em relação à data da busca, estão incompletos como consequência do período de sigilo no processo de patenteamento, normalmente de 18 meses, e do tempo para indexação do documento pela base^[144].

emergente da nanocelulose, em contrapartida à nanotecnologia, com tendência de maturação tecnológica, apesar de poderem surgir novos ciclos de desenvolvimento^[5]. É possível, inclusive, que os avanços em nanocelulose contribuam para os novos desenvolvimentos na nanotecnologia, havendo expectativa de mais de dez anos até que este nanomaterial alcance o estágio de maturação tecnológica^[15].

Do total de patentes recuperadas mundialmente (1.817 documentos), 32,9% foram depositadas no Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO) e apenas 11,6% delas foram depositadas nos países triádicos (TRIAD). Estes valores são próximos aos encontrados para o patenteamento em nanotecnologia (39,3% e 9,7%, respectivamente) em período similar^[5]. O patenteamento no USPTO e na TRIAD acompanharam a evolução observada para o contexto Mundial, como apresentado na Figura 4.7.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 4.7 Número de documentos acumulados em triênios para as perspectivas de patenteamento mundial, nos EUA (USPTO) e em países triádicos.

Há de se considerar também que os dados referentes ao ano de 2011 estão incompletos, principalmente por causa dos períodos maiores para depósito de

patentes em diferentes países, proporcionados por acordos multilaterais de patente o que pode atrasar o processo de indexação do documento na base de dados^[5,144]. Dessa forma, é esperado que o número real de documentos de patente, tanto para o USPTO como para a TRIAD, seja maior do que o recuperado nas bases de dados.

4.2.2 Atuação dos países no desenvolvimento tecnológico em nanocelulose

Onze dos 15 países mais ativos na produção científica em nanocelulose também se destacaram no patenteamento associado a esse nanomaterial, conforme Tabela 4.5. China, EUA e Japão, que também lideraram a produção científica, acumularam em conjunto 69,8% dos documentos de patente no período analisado.

Os chineses se destacam desde o início dos anos 2000 pelo forte interesse no desenvolvimento de nanotecnologias em geral, inclusive com programas específicos para a área^[2,5,168,169]. Porém é desafiador compreender a relevância deste desenvolvimento tecnológico, mesmo em assunto específicos como a nanocelulose. Por exemplo, o índice PP da China para nanocelulose foi o mais alto entre os países analisados, com um equilíbrio entre o número de documentos de patentes e publicação científica (1:1), o que sugere uma alta capacidade para converter avanço científico em desenvolvimento tecnológico.

Todavia, poucos pedidos de patente em nanocelulose da China foram depositados para mercados importantes, como o norte-americano (USPTO) e dos países triádicos^[83]. Esse comportamento chinês também foi observado para nanotecnologia em geral^[5]. É possível que esse resultado reflita uma estratégia chinesa de proteção do seu mercado, caso empresas de outros países, por diferentes razões econômicas e regulatórias venham a privilegiar a produção naquele país. Também sugere que as atuais tecnologias chinesas em

nanocelulose provavelmente possuem potencial econômico relativamente baixo, embora o conteúdo dos documentos não tenha sido avaliado³⁸.

A Índia também se destacou pelo crescimento médio acelerado nos últimos cinco anos e por um elevado Índice PP. Assim como os chineses, os indianos tem se destacado no contexto mundial em termos de mercado, apoio à ciência e desenvolvimentos de nanotecnologias^[5,169]. O que a difere da China é sua tendência em patentear nos mercados estrangeiros, em especial nos EUA.

Tabela 4.5 Indicadores de perfil dos principais países que patentearam em nanocelulose no período de 2000 a 2013.

| País/Região | Total de documentos 2000-2013 | Crescimento Médio (%) 2007-2011³⁹ | USPTO (%) | TRIAD (%) | Índice PP |
|--------------------|--------------------------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| China | 548 | 38,0 | <u>0,18</u> | <u>0</u> | <u>9,4</u> |
| EUA | 408 | 11,5 | 100 | 20,1 | <u>5,7</u> |
| Japão | 313 | 20,8 | 12,9 | 8,18 | <u>6,1</u> |
| EPO | 87 | <u>68,4</u> | <u>50,0</u> | <u>34,8</u> | - |
| Índia | 65 | <u>79,2</u> | 36,4 | 4,55 | <u>5,5</u> |
| Finlândia | 63 | <u>75,8</u> | 33,3 | 11,1 | 3,1 |
| Coréia | 50 | 18,5 | 12,0 | 2,00 | 3,4 |
| Alemanha | 45 | 20,4 | 28,9 | 13,3 | 2,8 |
| PCT | 34 | <u>89,6</u> | 38,2 | 11,8 | - |
| Suécia | 29 | <u>134</u> | <u>59,4</u> | <u>59,4</u> | 1,0 |
| R. Unido | 24 | 16,7 | <u>75,0</u> | <u>37,5</u> | 1,3 |
| Brasil | 22 | 38,8 | 8,7 | 0 | 1,3 |
| França | 22 | 22,2 | <u>59,1</u> | <u>36,4</u> | 0,8 |
| Rússia | 20 | 55,6 | 4,76 | 0 | <u>5,3</u> |
| Outros | 87 | 50,4 | 54,2 | 22,0 | - |

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Os países da União Europeia (como França, Reino Unido, Suécia, Finlândia e Dinamarca), juntamente com os EUA e Japão, são reconhecidamente

³⁸ De fato, os maiores depositantes chineses compreendem universidades e institutos de pesquisa, conforme Apêndice G, que podem não ter interesse na proteção de suas tecnologias em outros países.

³⁹ Apenas os dados entre 2007 e 2011 foram tomados para o cálculo do crescimento médio devido à descontinuidade dos valores em anos anteriores para alguns países.

desenvolvedores de tecnologia em geral^[82,83,170] e isso se refletiu, pelo menos parcialmente, nos altos Índices PP (para Japão e EUA) e no percentual de patentes depositadas no mercado americano e nos países triádicos. Esses países tem incentivado o desenvolvimento de nanotecnologias^[23,25,171], o que se reflete no patenteamento, no avanço científico e no índice PP^[1-3,5,6,166]. Eles procuram levar a proteção de suas tecnologias em importantes mercados, apresentando elevado número de documentos de patentes depositadas no USPTO e nos países triádicos, com destaque para França, Reino Unido e Suécia⁴⁰.

Tomando os países da União Europeia em conjunto, o crescimento no patenteamento em nanocelulose de 2007 a 2011 foi de 56,2%. Os EUA, por sua vez, tiveram nesse período baixo crescimento anual médio, considerando seu total de documentos de patente, o que pode ser um indício de proximidade de um patamar de maturidade tecnológica no paradigma atual, e/ou que existem gargalos dependentes de novo impulso científico (e não científico) para serem transpostos.

O elevado número de documentos de patente do tipo PCT também indica uma perspectiva futura favorável ao desenvolvimento da nanocelulose, visto que mais depositantes procuram levar a proteção de suas invenções para outros países. O Brasil acumulou relativamente poucos depósitos mundiais, no USPTO e na TRIAD, o que pelo menos em parte deve estar associado ao estágio inicial de desenvolvimento científico da nanocelulose no país, como verificado pelas publicações científicas. Por outro lado, essa condição pode representar uma ameaça, pois o país passa a depender de tecnologias estrangeiras e não aproveita seu potencial de biodiversidade, produção de celulose e fibras naturais e estrutura de ciência e tecnologia voltada para o agronegócio.

A ausência do Canadá entre os principais países detentores de patentes, um importante país que teve forte atuação nas pesquisas científicas em nanocelulose, pode ser explicada pelo comportamento de suas empresas e

⁴⁰ Com relação aos países Europeus, que foram analisados individualmente, a existência do escritório regional (o Escritório Europeu de Patentes - EPO, sigla em inglês), pode ter afetado o desempenho no patenteamento, tendo em vista o elevado crescimento anual médio de depósitos no mesmo.

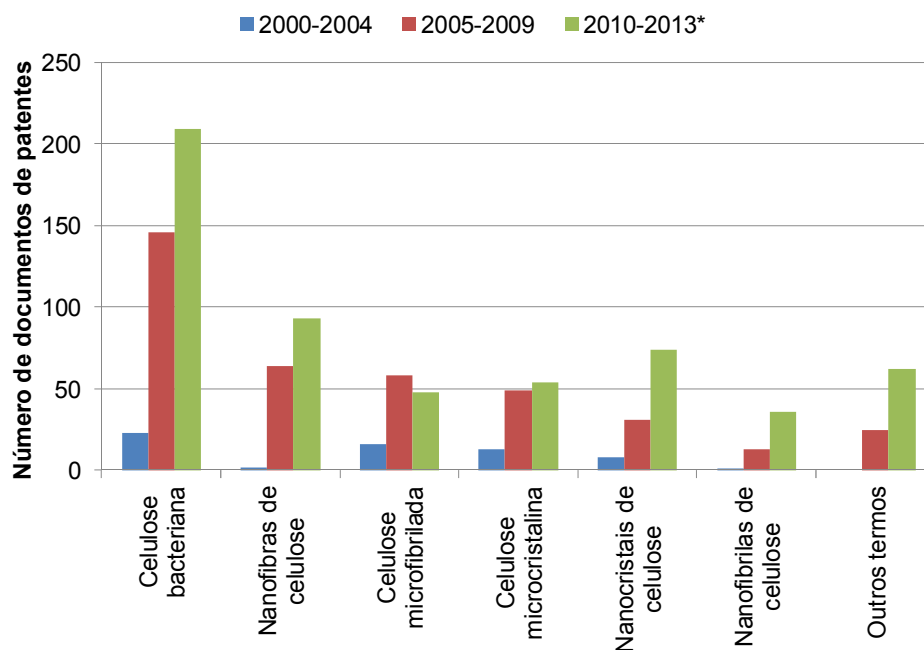
instituições. Por serem vizinho dos EUA, os titulares de patentes canadenses normalmente preferem depositar suas patentes primeiramente no Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO), e, posteriormente, estendem a proteção para o país efetivamente de origem^[83]. Conseqüentemente, não é possível analisar o balanço entre o desenvolvimento científico e tecnológico canadense ou verificar outros indicadores de perfil para esse país.

4.2.3 Evolução do patenteamento nos diferentes tipos de nanocelulose

O desenvolvimento tecnológico foi mais acentuado em tecnologias envolvendo celulose bacteriana e nanofibras de celulose, que acumularam o maior número de documentos de patente no período da análise. Estes tipos de nanocelulose apresentaram um salto no número de documentos de patente entre os quinquênios 2000-2004 e 2005-2009, com tendência de continuidade do crescimento nos próximos anos, conforme 4.8. Para nanocristais e nanofibrilas de celulose, a ascensão de documentos de patente ocorreu no último período, sendo o crescimento de 138,7% e 176,9%, respectivamente, em relação ao quinquênio 2005-2009. É importante salientar que o número de documentos de patente acumulado no período 2010-2013 está incompleto devido ao período de sigilo dos pedidos de patente^[144].

Celulose microcristalina teve baixo acúmulo de pedidos de patente, apesar de ter apresentado crescimento no número documentos entre os períodos. No caso da celulose microfibrilada, houve decréscimo entre o penúltimo e último período. Pelo menos em parte, o aparente menor interesse por este tipo de nanocelulose pode ser consequência das mudanças de nomenclatura, por exemplo, o uso de radical nano-, como tentativa de padronização e definições mais clara sobre os nanomateriais, associadas aos recentes incentivos à nanotecnologia. Dessa forma, nanocristais e nanofibrilas de celulose têm sido preferencialmente utilizadas, o que se observada, por exemplo, no Apêndice F.

Dentre os processos de obtenção, em grande medida associados aos tipos de nanocelulose obtidos, verificou-se que o patenteamento foi mais proeminente na biossíntese bacteriana (378 documentos), seguindo-se a hidrólise ácida (165 documentos) e os processos mecânicos (165 documentos), sendo esta uma tendência oposta à observada nas publicações científicas, como se observa na Figura 4.3. Os dados indicam, então, que as tecnologias envolvendo fermentação bacteriana se sobrepuseram às de obtenção a partir de fontes vegetais, como plantas, madeira, refugos do agronegócio entre outros. Contudo, tecnologias que envolvem celulose microfibrilada, nanofibrilas e nanocristais de celulose foram mais valorizadas, visto que, percentualmente, elas tiveram mais pedidos estendidos para o mercado americano e para os países triádicos, conforme Tabela 4.6. Uma exceção foi à celulose microcristalina, cujo patenteamento nos países triádicos não acompanhou os demais tipos.



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 4.8 Evolução do patenteamento por tipo de nanocelulose em quinquênios.

A celulose bacteriana foi o principal tipo de nanocelulose patenteada pela maioria dos principais países⁴¹, conforme mostrado na Tabela 4.7. Mesmo os países que são grandes produtores de celulose a partir da madeira e plantas, como China, Alemanha, Brasil e Rússia^[66], tiveram maior patenteamento nesse tipo, que é obtido a partir de biossíntese bacteriana. Com relação à Coreia, verificou-se que o interesse em celulose bacteriana em tecnologias acompanha a tendência da pesquisa científica daquele país.

Uma exceção é os EUA, que teve certo equilíbrio no percentual de documentos de patente em celulose bacteriana e nanocristais de celulose. Pode ter contribuído para esse resultado o Canadá, importante país para o desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aproveitamento da nanocelulose de suas florestas. De acordo com o Manual de Estatística de Patentes da OECD, os depositantes canadenses realizam o depósito prioritariamente nos EUA e depois estendem a proteção a seu próprio país^[83]. Um dos principais titulares das patentes com prioridade nos EUA é a FPIInnovations, conforme Apêndice G, comprovando a hipótese acima.

Tabela 4.6 Percentual de documentos de patente depositados nos mercados americano e países triádicos no período de 2000 a 2013.

| Tipo | Mundial | USPTO | TRIAD |
|--------------------------|---------|-------------|-------------|
| Celulose bacteriana | 378 | 13.8 | 1.85 |
| Nanofibras de celulose | 159 | 15.1 | 8.18 |
| Celulose microfibrilada | 122 | <u>41.8</u> | <u>22.1</u> |
| Celulose microcristalina | 116 | 21.6 | 4.31 |
| Nanocristais de celulose | 113 | <u>38.9</u> | <u>14.2</u> |
| Nanofibrilas de celulose | 50 | <u>38.0</u> | <u>20.0</u> |

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

⁴¹ Neste caso, a análise estatística para avaliar se houve priorização de algum país para desenvolvimento de tecnologias associada a algum tipo específico não se fez necessária, visto que o número de documentos de patente era pequeno em muitos casos, o que já caracteriza a não priorização.

Celulose microfibrilada foi o tipo de nanocelulose preferencial das tecnologias desenvolvidas na Suécia, Reino Unido e para pedidos do tipo PCT e realizados no Escritório Europeu de Patentes (EPO). No caso da Suécia, grande produtora mundial de celulose^[66], foi verificado que nanofibrilas de celulose é o principal tipo de nanocelulose das pesquisas científicas desenvolvidas no país (vide Tabela 4.7), embora haja também tendência de pesquisas focadas em celulose microfibrilada, o que pode ser uma questão de nomenclatura, pois ambos os nanomateriais são, a priori, obtidos por processos mecânicos.

Celulose microcristalina foi o principal tipo de nanocelulose envolvida nos depósitos de patentes indianas, sobretudo com titulares da área farmacêutica de (ver Apêndice G). O Japão patenteou tecnologias em nanofibras de celulose, uma nomenclatura genérica que pode estar associada à estratégia de generalização adotada por suas empresas no processo de patenteamento. Nanofibrilas de celulose foram destaque para a Finlândia, que também se dedicou à pesquisa científica deste nanomaterial (ver Tabela 4.2 no tópico 4.1.3). Brasil e Rússia, embora tenham mais patentes associadas à celulose bacteriana, também apresentaram certo interesse por nanocristais de celulose.

Tabela 4.7 Percentual de documentos de patentes dos países pelos tipos de nanocelulose no período de 2000 a 2013.

| País | Celulose bacteriana | Nanofibras de celulose | Celulose microfibrilada | Celulose microcristalina | Nanocristais de celulose | Nanofibrilas de celulose |
|-------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| China | <u>42.5</u> | 1.64 | 0.18 | 11.7 | 5.11 | 0.73 |
| EUA | <u>11.3</u> | 1.96 | 4.41 | 3.92 | 13.5 | 2.70 |
| Japão | 14.1 | <u>38.3</u> | 13.1 | 0.32 | 3.51 | - |
| EPO | 3.5 | 1.15 | <u>11.5</u> | 1.15 | 3.45 | 9.20 |
| Índia | 3.1 | 4.62 | 1.54 | <u>13.9</u> | - | - |
| Finlândia | 1.6 | 7.94 | 22.2 | 4.76 | 1.59 | <u>30.2</u> |
| Coréia | <u>18.0</u> | 10.0 | 2.00 | 6.00 | 6.00 | 2.00 |
| Alemanha | <u>15.6</u> | - | 2.22 | 8.89 | - | - |
| PCT | - | 2.94 | <u>11.8</u> | 8.82 | 5.88 | - |
| Suécia | 3.5 | 3.45 | <u>58.6</u> | - | - | 6.90 |
| R. Unido | - | - | <u>16.7</u> | - | - | 8.33 |
| França | - | - | 9.09 | 4.55 | <u>13.6</u> | - |
| Brasil | <u>59.1</u> | 9.09 | <u>18.2</u> | 4.55 | <u>13.6</u> | - |
| Rússia | <u>30.0</u> | - | <u>15.0</u> | 10.0 | 10.0 | - |
| Outros | <u>14.5</u> | 4.60 | 1.15 | 9.20 | 2.30 | 3.45 |

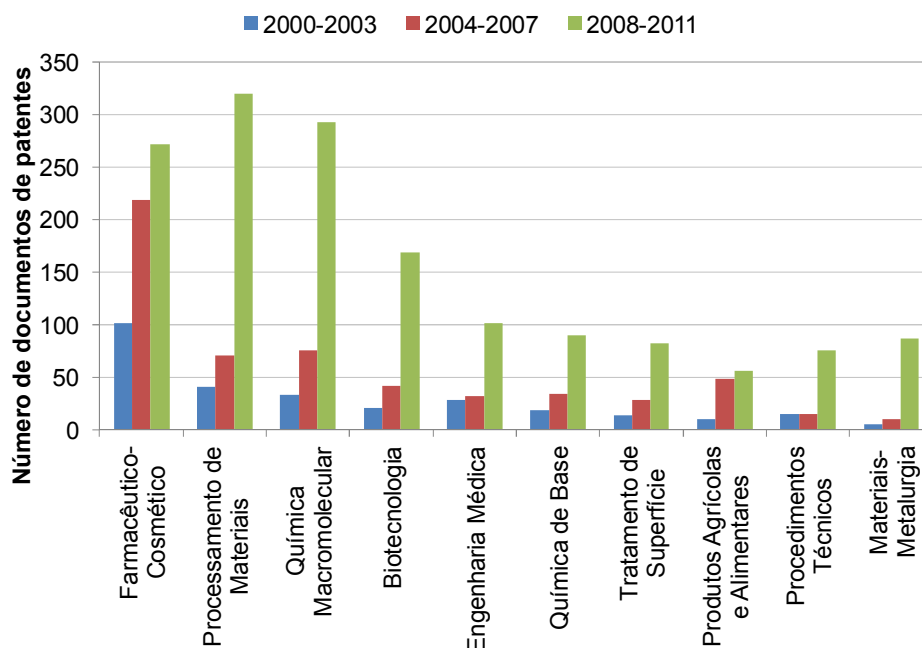
Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Sob o ponto de vista metodológico, obteve-se uma eficiência de 52,3% de categorização dos documentos em pelo menos um dos tipos de nanocelulose extraídos do título e do resumo dos registros bibliográficos. Esse resultado pode ser comparado com o obtido para as publicações científicas, para as quais, foi possível categorizar cerca de 80% dos documentos. Caso os títulos e resumos dos documentos de patente originais fossem utilizados, ao invés dos recuperados da base DII, essa eficiência poderia ser ainda menor, como verificado em recente estudo^[18], já que a base de dados DII procura reorganizar a informação disponibilizada para melhorar a recuperação e compreensão do conteúdo dos documentos. Neste sentido, tendo em vista que as reivindicações são uma das partes mais importantes da patente, inclusive para suas implicações jurídicas, espera-se que a análise das mesmas possa contribuir para a melhoria desta eficiência, bem como para aumentar a abrangência e complementaridade do conjunto dos indicadores obtidos a partir dos documentos de patente.

4.2.4 Subdomínios tecnológicos envolvidos no patenteamento em nanocelulose

Para a maioria dos subdomínios, houve um salto significativo no patenteamento no último quadriênio, exceto para Farmacêutico-Cosmético e Produtos Agrícolas e Alimentares, cujo período no qual o número de documentos cresceu de forma mais acentuada foi 2004-2007, conforme Figura 4.9. O patenteamento nestes dois últimos subdomínios, considerando as patentes depositadas no USPTO e TRIAD, também diminuiu no último quadriênio, como mostrado nas Figuras 4.10 e 4.11. Os demais subdomínios seguiram a tendência mundial, exceto Engenharia Médica e Química de Base que, embora o número de documentos de patente para tenha aumentado na perspectiva mundial, seu crescimento não foi significativo nas perspectivas do USPTO e da TRIAD.

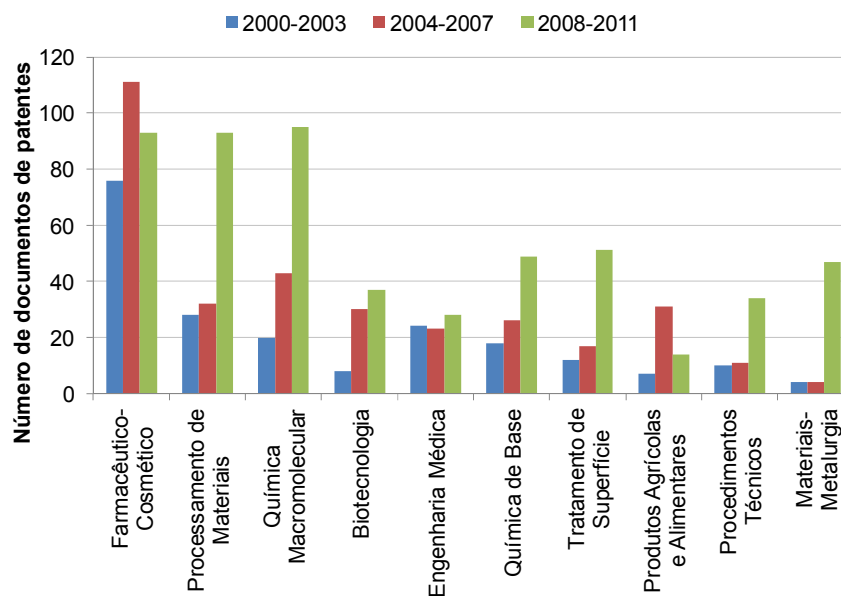
O subdomínio Farmacêutico-Cosmético foi o que mais concentrou documentos de patente no período analisado. Conforme observado em outro estudo^[18], medicamentos, representados pelas subclasses Preparações Médicas, Odontológicas e de Higiene e Atividade Terapêutica de Preparações Medicinais, foram as que mais acumularam documentos em período de análise semelhante, sendo um nicho de mercado a priori não apontado em um estudo recente de mercado realizado para a nanocelulose^[47]. Em contraste, também foi verificado que o patenteamento nestas subclasses estava decaindo desde 2008, o que corrobora com o resultado observado para o subdomínio Farmacêutico-Cosmético em patentes com maior valor econômico (USPTO e TRIAD). Já o desenvolvimento de tecnologias que procuram se beneficiar das propriedades reológicas da nanocelulose em cosméticos tem crescido.



Fonte: Derwent Innovations Index.

Figura 4.9. Evolução do patenteamento por subdomínio tecnológico para o período de 2000 a 2011.

Por outro lado, o aumento verificado no número de documentos de patente para subdomínios próximos à área de engenharia de materiais, por exemplo, Processamento de Materiais, Química Macromolecular, Tratamento de Superfície, Materiais-Metalurgia e Procedimentos Técnicos, tanto no contexto mundial como no USPTO e TRIAD, pode estar associado ao recente esforço por soluções tecnológicas para os gargalos técnico-científicos existentes na área de nanocelulose. Alguns deles remontam principalmente a processos de obtenção, tratamento superficial do nanomaterial e fabricação de polímeros, o que está de acordo com o apontado por especialistas e por outros autores^[10-13,45,46]. Pelos resultados, pode-se esperar o aumento dos desenvolvimentos futuros em nanocelulose voltados, por exemplo, na área de polímeros e compósitos.

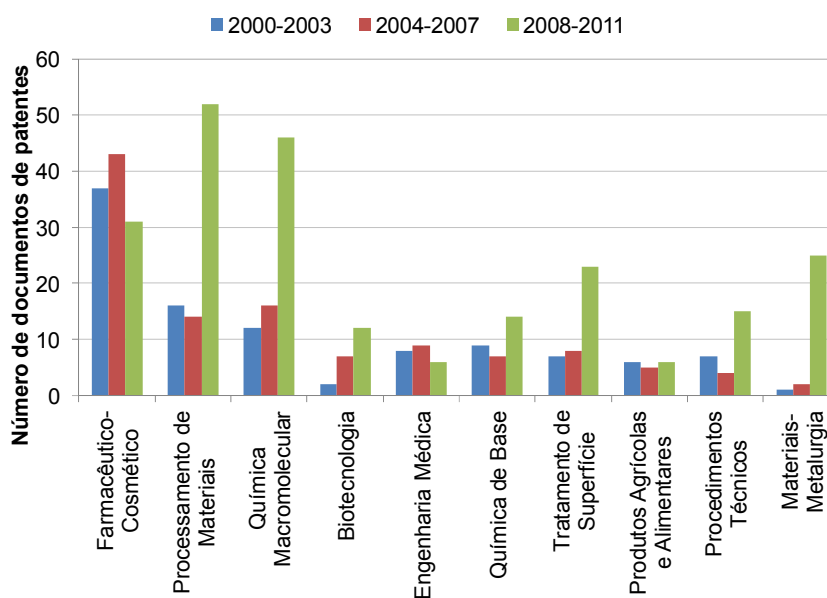


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 4.10 Evolução do patenteamento no mercado americano (USPTO) para os principais subdomínios tecnológicos em quadriênios.

Celulose bacteriana foi intensamente explorada em todos os subdomínios tecnológicos, com destaque em Biotecnologia e Engenharia Médica, conforme Tabela 4.8. Isto pode estar associado ao processo de obtenção via biossíntese e

sua aplicação em dispositivos médicos por causa de sua elevada pureza^[11]. Em Farmacêutico-Cosmético, celulose microcristalina foi o principal tipo de nanocelulose empregado, provavelmente por ser inerte e ter produtos comerciais disponíveis^[167], além da celulose bacteriana. Neste sentido, celulose bacteriana e microcristalina foram relevantes para Produtos Agrícolas e Alimentares, provavelmente por causa de propriedades texturizante.

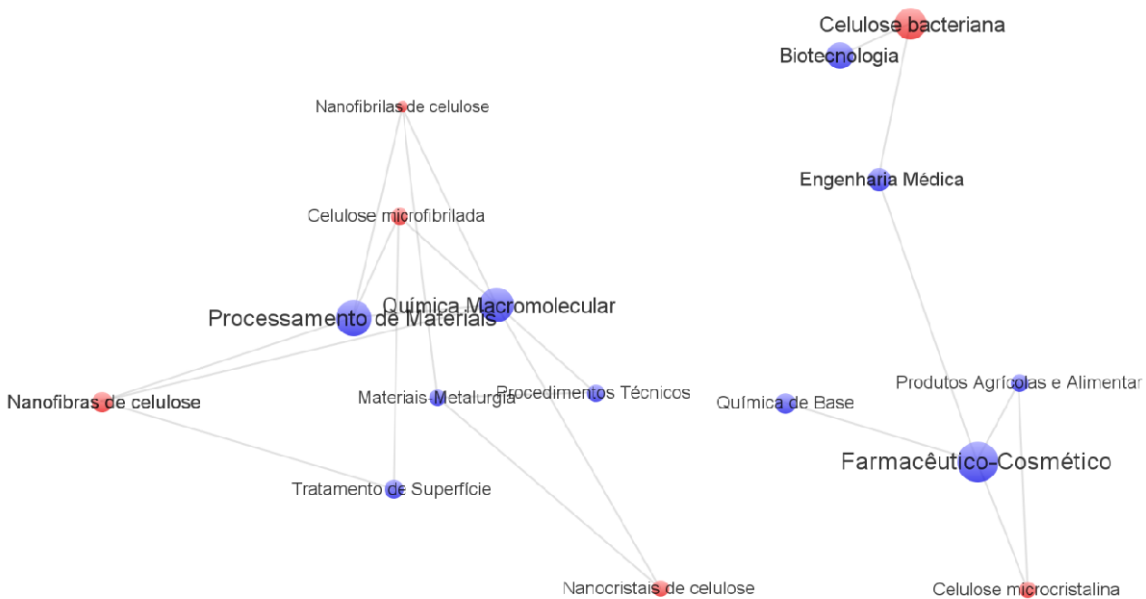


Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 4.11 Evolução do patenteamento no mercado dos países triádicos para os principais subdomínios tecnológicos.

Avanços tecnológicos foram observados, sobretudo, para nanofibras de celulose, celulose microfibrilada e nanocristais de celulose quando se toma os subdomínios tecnológicos ligados à área de engenharia de materiais (Processamento de Materiais, Química Macromolecular, Tratamento de Superfície e Procedimentos Técnicos). No caso de Materiais-Metalurgia, é interessante notar sua associação com os tipos que possuem o radical nano- (nanofibras, nanocristais e nanofibrilas), e a recente ascensão deste subdomínio pode estar, pelo menos em parte, associada à adoção das novas nomenclaturas.

Embora os subdomínios tecnológicos permitam *insights* relevantes sobre os principais focos de desenvolvimento tecnológico, as análises tendem a ser generalistas e, normalmente, requerem o cruzamento com informações específicas (por exemplo, tipos de nanocelulose) para fornecerem panoramas mais precisos. Tais panoramas poderiam ser montados para outras necessidades (por exemplo, modificação superficial, fonte de nanocelulose, etc.). No entanto, o uso de títulos e resumos dos documentos de patente, mesmo dos registros da DII que são modificados e melhorados, tendem a ter eficiência limitada (ver Apêndice C).



Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

Figura 4.12 Rede de relacionamento entre tipos de nanocelulose e subdomínios tecnológicos.

4.3 Oportunidade de melhoria nos indicadores tecnológicos em materiais: a partir das reivindicações de patentes

4.3.1 Patenteamento nos EUA no período 2000-2011

O patenteamento em nanocelulose nos EUA (USPTO) de 2000 a 2011⁴², utilizado para a análise de reivindicações no presente trabalho, correspondeu a aproximadamente um terço do que foi depositado mundialmente no período (vide Figura 4.7). Por ser este país um dos principais mercados mundiais, o estudo da situação e as tendências do patenteamento no mesmo pode também contribuir para a compreensão da conjuntura global. Os 598 documentos de patente depositados no USPTO nesse período apresentaram uma média de 30 reivindicações por documento, havendo documentos com mais de 200 e outros com menos de 10 reivindicações, conforme Figura H.1.

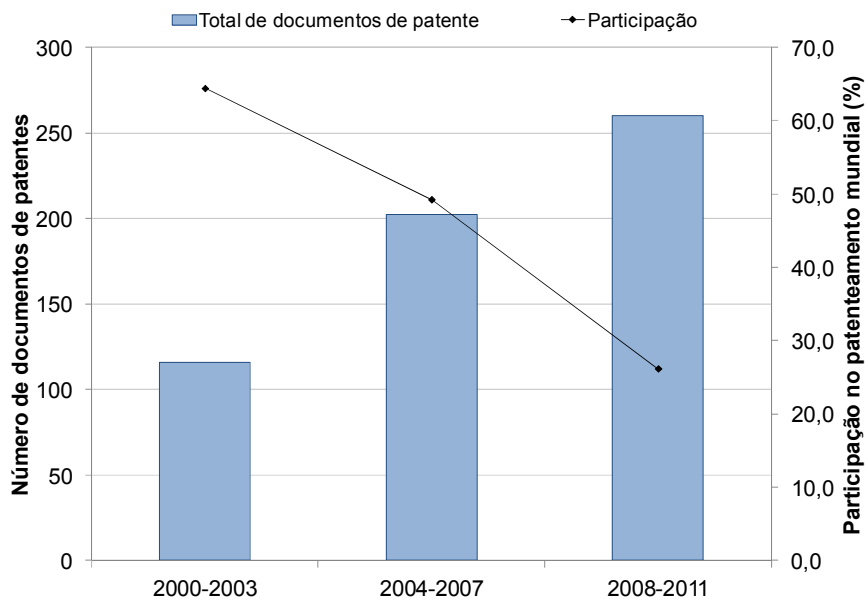
Tecnologias associadas aos subdomínios de Química Orgânica, Manutenção-Gráfica, Aparelhos Agrícolas e Alimentícios, Ótica, Máquinas-Ferramentas e Farmacêutico-Cosmético apresentaram o maior número médio de reivindicações por documento, como mostrado na Tabela H.1, sendo que o subdomínio Farmacêutico-Cosmético representou 47,3% dos documentos de patente analisados. Também foi verificado que, em média, existiram 8,1 reivindicações dependentes para cada reivindicação independente, o que está de acordo com o papel das reivindicações dependentes, no sentido de detalhar as partes gerais descritas nas reivindicações independentes^[128].

O número de documentos de patente cresceu consideravelmente entre os quadriênios, apesar da incompletude dos dados para o ano de 2011, como

⁴² Embora a base do USPTO tenha sofrido mudanças a partir de 2001, com a inclusão dos pedidos de patente e não apenas das patentes concedidas, não se verificou influência significativas nas tendências observadas.

mostrado na Figura 4.13⁴³. A participação no patenteamento mundial, por outro lado, tem diminuído que, em parte, está associado ao aumento do número de depósitos em outros países que não tiveram extensão de proteção no mercado americano.

Em geral, os documentos de patentes exibiram pelo menos uma categoria de reivindicação associada à **Composição/Produto ou Método/Processo**, sendo a primeira mais frequente. Em pelo menos 64,2% dos documentos, duas categorias distintas de reivindicação estavam presentes, conforme Figura H.2, sendo **Composição/Produto e Método/Processo** as mais frequentes, como observado nas Figuras H.3 e H.4. Isso sugere que os depositantes procuram proteger tanto as entidades físicas como as atividades envolvidas em suas invenções, como recomendado pelas práticas de proteção via patenteamento^[128].

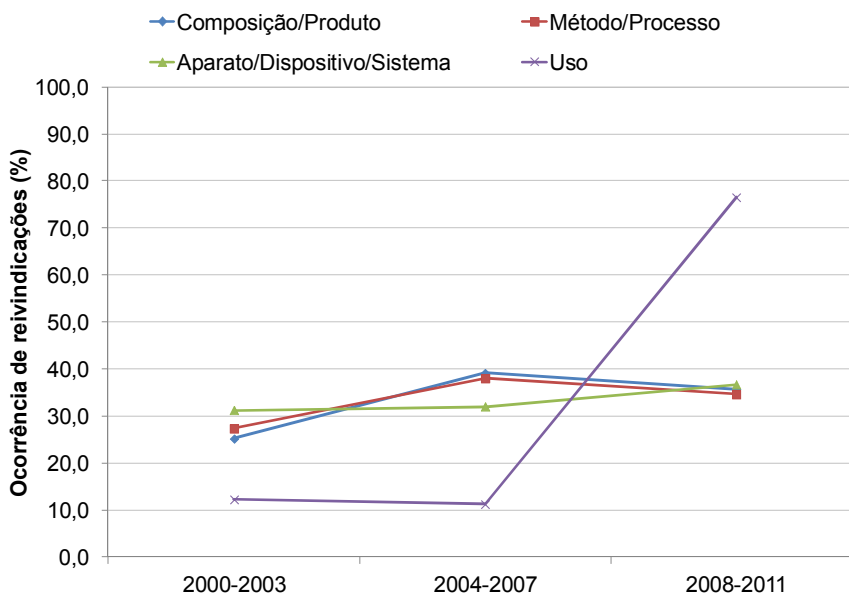


Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.13 Número de documentos de patente total e por categoria em quadriênios.

⁴³ Essa falta de dados é consequência do período de sigilo dos documentos e tempo para indexação na base de dados, que afeta indicadores de patentes temporais como observado anteriormente^[144].

Assim como a média geral, as categorias de reivindicação apresentaram uma média de 8,0 reivindicações dependentes para cada independente, exceto no caso da categoria **Uso**, cujo valor foi de 9,3, como visto na Figura H.5. Este resultado indica que os depositantes detalharam um pouco mais o **Uso** de substância, materiais e processos em seus pedidos do que as outras categorias. No quadriênio 2008-2011, verificou-se aumento repentino no percentual de ocorrências de reivindicações da categoria **Uso**, como pode ser visto na Figura 4.14.



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.14 Ocorrência percentual das categorias nas reivindicações dependentes e independentes em quadriênios.

Como o **Uso**, pode ser tanto de material como de substância ou produto ou mesmo de processo, deve-se realizar um detalhamento complementar para compreender a reivindicação. Por exemplo, verificou-se a reivindicação do uso de celulose microfibrilada como agente de liberação de ar para produção de composições viscosas e como aditivo de mistura em concreto. Para nanofibrilas,

por exemplo, foi reivindicado o uso do processo de produção na redução do gasto energético. A celulose bacteriana foi reivindicada, por exemplo, para regeneração de tecido humano, diferenciação de células-tronco, implantes e outros dispositivos biomédicos. Nanocristais de celulose foram reivindicados para serem utilizados em composição antigelo (*anti-icing*) e degelo (*de-icing*) para aviões. Em relação ao uso da celulose microcristalina, foram reivindicadas aplicações em composição fitoterápica, em composições farmacêuticas, em implantes e como indicador de oxigênio.

Em termos de países, os EUA lideraram o patenteamento com 58,1% dos depósitos realizados em seu próprio território entre 2000 e 2011, conforme Tabela H.2, o que confere ao país a chamada “vantagem da casa” no patenteamento^[18,172]. No entanto, outros países e escritórios regionais tiveram pedidos de patente efetuados nos EUA, com destaque para o Escritório Europeu de Patentes (7,7%), Japão (6,9%), Índia (4,0%), Finlândia (3,5%), Suécia (3,2%), Reino Unido (3,0%), França (2,2%), Alemanha (2,2%) e Dinamarca (1,2%). Os demais países participaram com 1,0% ou menos do total de documentos de patente no período analisado. A Dinamarca teve o maior número de reivindicações por documento (47,9), seguida pelos EUA (35,1) e Austrália (34,2), todos principalmente na área de Farmacêutico-Cosméticos.

Apesar da concentração de pedidos de patente em celulose microcristalina, verificou-se queda no percentual de documentos de patente contendo este tipo de nanocelulose em diferentes quadriênios, conforme Figura 4.15. Por outro lado, houve ascensão dos demais tipos de nanocelulose, em especial, para celulose microfibrilada, nanocristais de celulose e nanofibrilas de celulose, embora isso tenha sido observado também nos indicadores mundiais obtidos na base.

O corpo da reivindicação apresentou maior a incidência de termos associados aos tipos de nanocelulose, quando comparado ao preâmbulo das reivindicações, conforme Figura H.6, principalmente nas reivindicações dependentes (Figura H.7). Essa ocorrência pode ser considerada uma consequência do papel desempenhado pelas reivindicações dependentes, de

restringir a proteção da tecnologia em relação às independentes que por sua vez apresenta a essência da invenção de maneira mais ampla^[128].

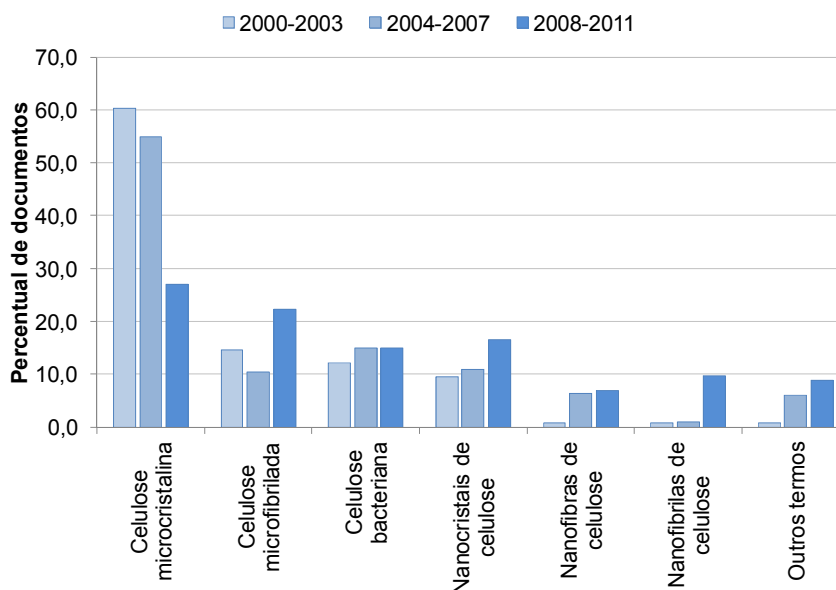
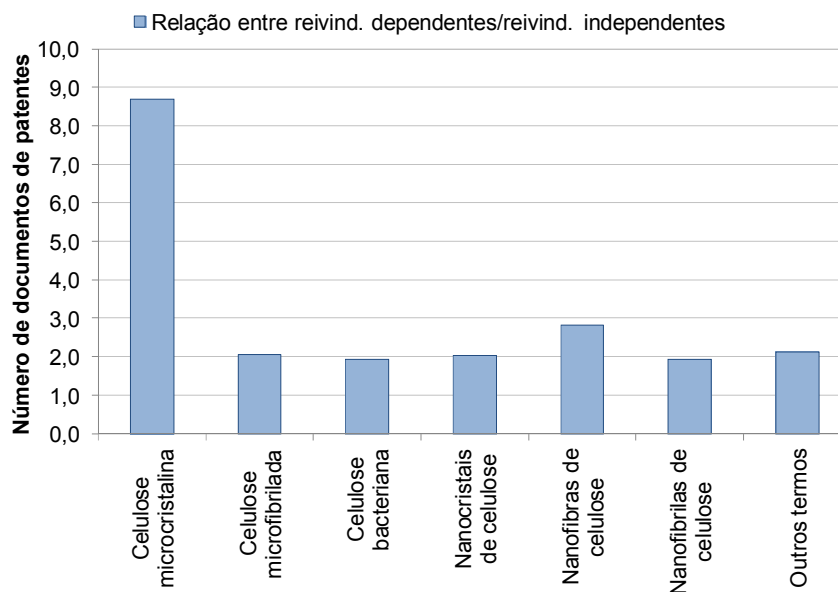


Figura 4.15 Percentual de documentos de patentes por período para cada tipo de nanocelulose.

Para celulose microcristalina, a razão entre o número de reivindicações dependente sobre o número de reivindicações foi superior ao observado para o conjunto da amostra e consideravelmente maior do que o valor observado para os demais tipos, como mostrado na Figura 4.16. Por estar mais presente nas reivindicações dependentes, este tipo de nanocelulose na maioria das vezes não fez parte da essência ampla da invenção^[128]. Um exemplo é sua reivindicação como polímero inerte de composições farmacêuticas, cuja função poderia ser substituída por outros materiais inertes como carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, silicato de magnésio, caulim ou amido. Neste caso, a participação da nanocelulose no desenvolvimento tecnológico obtido ser considerada pequeno ou marginal.

Para os demais tipos, a razão entre o número de reivindicações dependente sobre o número de reivindicações foi consideravelmente inferior ao

valor geral, indicando maior número de casos nos quais eles fazem parte da essência ampla das invenções, e não apenas do detalhamento ou partes específicas da tecnologia. Por conseguinte, nestes casos, pode-se considerar a participação da nanocelulose no desenvolvimento tecnológico como mais significativa. Ao mesmo tempo, como tal incidência nas reivindicações independentes pode significar proteção mais ampla e maior dificuldade para obtenção de novos desenvolvimentos patenteáveis no futuro, do mesmo modo como já verificado para o caso de nanotecnologia em geral^[173].



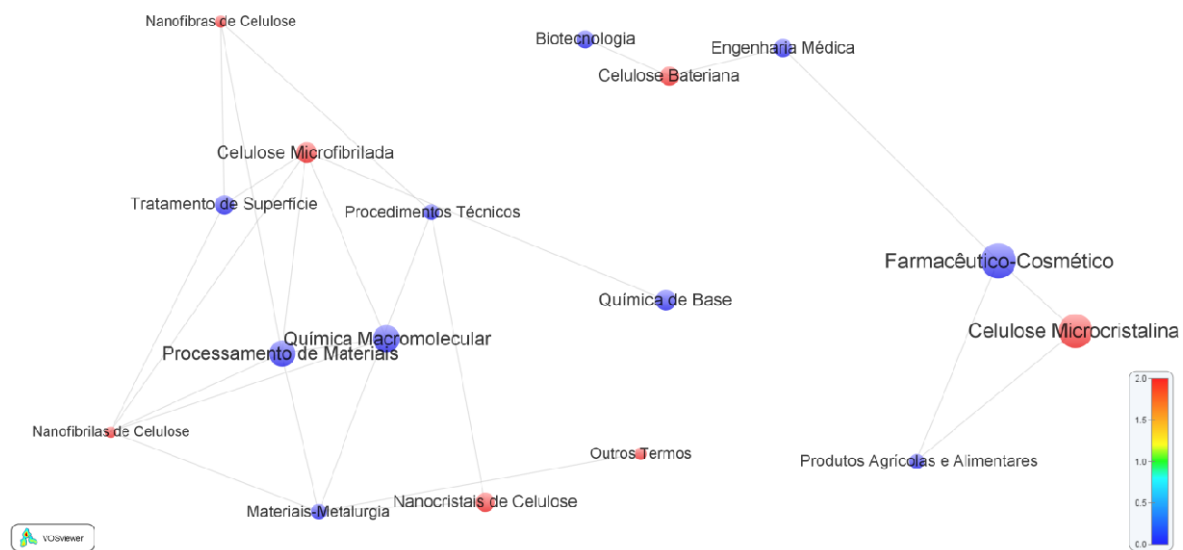
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.16 Razão entre o número de reivindicações dependente sobre o número de reivindicações independentes para cada tipo de nanocelulose.

Verificou-se que a celulose microcristalina foi associada principalmente aos subdomínios tecnológicos Farmacêutico-Cosmético (76,5% dos documentos do nanomaterial) e Produtos Agrícolas e Alimentares (11,4%), como consequência de sua utilização em composições farmacêuticas, cosméticos, alimentos e bebidas, como apresentado na Figura 4.17. No entanto, estes subdomínios foram os que menos cresceram entre os triênios 2004-2007 e 2008-2011, conforme Figura 4.10,

o que corrobora com a verificação da diminuição do patenteamento sobre celulose microcristalina, tipo preferencialmente utilizado em ambos os casos.

Em contra partida, os demais subdomínios envolvidos tiveram elevado aumento no número de documentos entre os mesmos períodos, concomitantemente com os tipos de nanocelulose associados. Celulose bacteriana teve maior participação dos subdomínios Biotecnologia (42,9%) e Engenharia Médica (32,4%), o que pode estar relacionado principalmente às tecnologias de fermentação bacteriana e aplicação em dispositivo médico, respectivamente, conforme Figura 4.16. Os demais tipos de nanocelulose foram associados principalmente aos subdomínios ligados à área de engenharia de materiais, como Química Macromolecular, Processamento de Materiais, Química de Base, Tratamento de Superfície, Procedimentos Técnicos e Materiais-Metalurgia.



OBS.: Os subdomínios tecnológicos estão mostrados em azul enquanto que os tipos de nanocelulose estão em vermelho. O tamanho do nó é proporcional ao número de documentos de patente e estão mostradas apenas as linhas mais fortes de ligação entre os nós.

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.17 Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos.

Celulose microcristalina participou das reivindicações de pelo menos um pedido de patente dos principais países/região mapeados, sendo o mais na Índia (75,0% dos documentos do país), Alemanha (69,2%) e Austrália (60,0%), conforme Tabela 4.8. Celulose microfibrilada participou principalmente nos pedidos de patente da Suécia (68,4%), enquanto que celulose bacteriana foi relevante para Taiwan (66,7%) e Brasil (50,0%). Nanocristais de celulose foi frequente em pedidos do tipo PCT (38,5%) e depósitos efetuados pelo Japão (24,4%) e França (23,1%). Nanofibras de celulose descaram-se principalmente para o Japão e Coreia, enquanto que nanofibrilas de celulose foram relevantes para Finlândia (28,6%).

Tabela 4.8 Percentuais de documentos de patentes por tipo de nanocelulose para os principais países/região e Brasil

| País/ Região | Celulose Microcristalina | Celulose Microfibrilada | Celulose Bacteriana | Nanocristais de celulose | Nanofibras de celulose | Nanofibrilas de celulose |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| EUA | 47,1 | 11,8 | 19,8 | 15,5 | 5,2 | 4,6 |
| EPO | 34,8 | 39,1 | 2,2 | 4,3 | - | 6,5 |
| Japão | 17,1 | 29,3 | 9,8 | 24,4 | 24,4 | - |
| Índia | 75,0 | - | 4,2 | 4,2 | 4,2 | - |
| Finlândia | 9,5 | 33,3 | - | 4,8 | 4,8 | 28,6 |
| Suécia | 10,5 | 68,4 | 10,5 | - | 5,3 | - |
| R. Unido | 38,9 | 22,2 | - | 5,6 | - | 11,1 |
| França | 46,2 | 30,8 | - | 23,1 | - | - |
| Alemanha | 69,2 | - | 7,7 | - | - | - |
| PCT | 23,1 | 7,7 | - | 38,5 | - | - |
| Dinamarca | 57,1 | - | - | 14,3 | - | - |
| Coreia | 16,7 | - | 16,7 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| Austrália | 60,0 | - | - | - | - | - |
| Taiwan | 33,3 | - | 66,7 | - | - | - |
| Brasil | 50,0 | 50,0 | 50,0 | - | - | - |
| Outros | 57,9 | - | 10,5 | 21,1 | 5,3 | - |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Ao se comparar as pesquisas científicas e as reivindicações no patenteamento para os diferentes países, verificou-se, por exemplo, que nanofibrilas de celulose se mostraram importantes nas pesquisas da Finlândia e da Suécia, porém as reivindicações foram mais associadas à celulose

microfibrilada. Sendo ambos os tipos obtidos via processos mecânicos. Na Coréia, as pesquisas mostram-se focadas em celulose bacteriana, essa preferência não foi observada nas patentes depositadas no mercado americano, dentre outras razões, possivelmente pelo baixo número de patentes daquele país depositadas no USPTO no período analisado.

Em geral, polímeros de cadeia heterogênea foram mais recorrentes nos documentos, conforme Apêndice C. 73,7% do total de documentos analisados foi associado a algum polímero de cadeia heterogênea, enquanto que o valor para polímeros de cadeia carbônica foi de 39,3%, lembrando que um mesmo pedido de patente pode reivindicar polímeros de classes distintas. Os polissacarídeos estiveram presentes em 63,4% dos documentos, sendo os polímeros da classe celulose e seus derivados os mais representativos (presente em 49,3% dos documentos), seguidos das classes amido e seus derivados (40,3%) e gomas (27,9%), como apresentado na Tabela 4.9.

Outros polímeros de cadeia heterogênea biodegradáveis representaram apenas 19,2% da amostra, sendo a classe de proteínas com ácido polilactídeo e ácido poliglicólico as mais representativas, com 14,5% e 7,53% dos documentos mapeados, respectivamente. Esse resultado sugere que o desenvolvimento tecnológico envolvendo polímeros biodegradáveis do patenteamento analisado utilizou preferencialmente polímeros da classe de polissacarídeos.

As classes que tratam de polímeros de cadeia heterogênea não biodegradáveis foram associadas a 47,3% dos documentos de patente analisados, com destaque para poliéteres e suas modificações (27,4%) e polímeros condutores (20,4%). Por fim, as classes de polímeros de cadeia carbônica que se destacaram foram polímeros acrílicos e suas modificações (25,6%), polímeros vinílicos e suas modificações (21,9%) e poliolefinas (12,2%). Os polímeros quimicamente modificados tiveram participação de apenas 5,02%.

Tabela 4.9 Número de documentos de patentes e representatividade na amostra das classes de polímeros encontradas nas reivindicações.

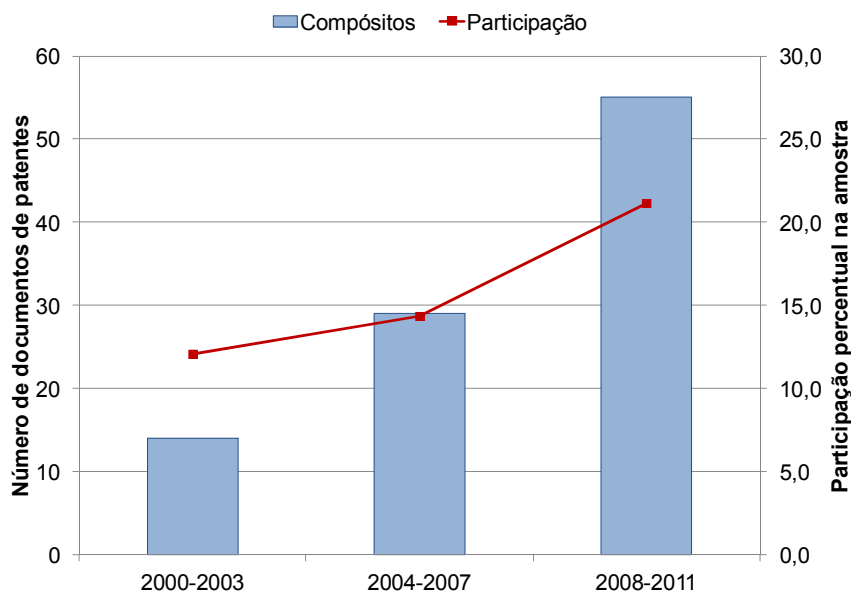
| | Classe do polímero | # doc. | % doc. |
|--------|---|--------|--------|
| PCH-BP | Celulose e seus derivados | 295 | 49,3 |
| PCH-BP | Amido e seus derivados | 241 | 40,3 |
| PCH-BP | Gomas | 167 | 27,9 |
| PCH-BP | Pectina | 88 | 14,7 |
| PCH-BP | Outros polissacarídeos | 63 | 10,5 |
| PCH-BP | Quitosana e seus derivados | 61 | 10,2 |
| PCH-BP | Hemiceluloses | 26 | 4,35 |
| PCH-BP | Quitosina e seus derivados | 23 | 3,85 |
| PCH-B | Proteínas | 87 | 14,5 |
| PCH-B | Ácido polilactídeo e ácido poliglicólico | 45 | 7,53 |
| PCH-B | Poli(hidroxialcanoato) | 24 | 4,01 |
| PCH-B | Policaprolactona | 18 | 3,01 |
| PCH-B | Poliésteres biodegradáveis | 6 | 1,00 |
| PCH-B | Succinatos | 3 | 0,50 |
| PCH-B | Polifenileno e suas modificações | 2 | 0,33 |
| PCH-B | Copolímeros alifáticos-aromáticos | 1 | 0,17 |
| PCH | Poliéteres e suas modificações | 164 | 27,4 |
| PCH | Polímeros condutores | 122 | 20,4 |
| PCH | Poliamidas e suas modificações | 46 | 7,69 |
| PCH | Poliésteres saturados e suas modificações | 39 | 6,52 |
| PCH | Poliuretanos e polímeros baseados em reações de isocianatos | 37 | 6,19 |
| PCH | Polímeros fármacos | 31 | 5,18 |
| PCH | Poliésteres insaturados e suas modificações | 28 | 4,68 |
| PCH | Polímeros com enxofre e suas modificações | 28 | 4,68 |
| PCH | Polímeros com fosfato e suas modificações | 28 | 4,68 |
| PCH | Resinas epóxi e suas modificações | 22 | 3,68 |
| PCH | Polímeros etoxilados | 21 | 3,51 |
| PCH | Outros polímeros de cadeia heterogênia | 20 | 3,34 |
| PCH | Poliaminas e suas modificações | 16 | 2,68 |
| PCH | Poliiminas e suas modificações | 16 | 2,68 |
| PCH | Lignina | 14 | 2,34 |
| PCH | Siloxanos e suas modificações | 14 | 2,34 |
| PCH | Poli-imidas e suas modificações | 13 | 2,17 |
| PCH | Ácidos policarboxílicos e suas modificações | 13 | 2,17 |
| PCH | Poliéter cetonas | 10 | 1,67 |
| PCH | Resinas de melamina-ureia | 8 | 1,34 |
| PCC | Polímeros acrílicos e suas modificações | 153 | 25,6 |
| PCC | Polímeros vinílicos e suas modificações | 131 | 21,9 |
| PCC | Poliiolefinas | 73 | 12,2 |
| PCC | Poliestirenos e suas modificações | 40 | 6,69 |
| PCC | Polímeros quimicamente modificados | 30 | 5,02 |
| PCC | Polímeros fluorados e suas modificações | 27 | 4,52 |
| PCC | Polímeros dienos e suas modificações | 18 | 3,01 |
| PCC | Acrinolitras e suas modificações | 15 | 2,51 |
| PCC | Resinas fenólicas | 3 | 0,50 |

OBS.: PCC = Polímero de Cadeia Carbônica; PCH = Polímeros de Cadeia heterogênia não biodegradáveis; PCH-B = Polímeros de Cadeia Heterogênia Biodegradáveis; PCH-BP Polímeros de Cadeia Heterogênia Biodegradáveis – Polissacarídeo.

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

4.3.2 Indicadores tecnológicos sobre o conjunto de documentos associado a materiais compósitos

Os documentos de patente associados à nanocelulose e materiais compósitos depositados no USPTO tiveram participação de 15,4% no conjunto analisado. O patenteamento em nanocelulose aplicada a materiais compósitos cresceu consideravelmente no último quadriênio, que passou a representar 21,2% dos depósitos efetuados no mercado americano, conforme Figura 4.18. Esse resultado corrobora com crescimento mundial observado em outros estudos^[16] e pode ser consequência, pelo menos em parte, dos recentes incentivos à nanocelulose e o mercado prospectado ter sido os EUA, que inclui o nicho para materiais compósitos como um dos mais promissores^[15,16,47]. Outro fator preponderante foi o aumento nas pesquisas científicas envolvendo nanocelulose em conjunto com materiais compósitos, que também se intensificaram nos últimos anos^[10-13,43,45,46,54].



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.18. Evolução do patenteamento em nanocelulose aplicada a materiais compósitos e de sua representatividade para diferentes quadriênios.

Os países que depositaram patentes em materiais compósitos contendo nanocelulose no mercado americano estão mostrados na Tabela 4.10. Destacaram-se a Suíça e a Noruega, com 100% dos documentos tratando de materiais compósitos, seguidos de Taiwan, com 33,3%. Embora eles demonstrem a importância, não estão entre os países considerados mais estratégicos e possuem poucos documentos no mercado americano. No caso da Finlândia, França, Reino Unido e Suécia, houve um interesse maior que Japão e EUA, por exemplo. O Brasil não apareceu entre os países mapeados, por não apresentar nenhuma patente depositada envolvendo compósitos reforçados por nanocelulose. Isso pode representar uma vulnerabilidade para tecnologias estrangeiras e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para utilização dessas tecnologias, que podem estar em domínio público no país.

Tabela 4.10 Perfil dos principais países/região no período 2000-2011.

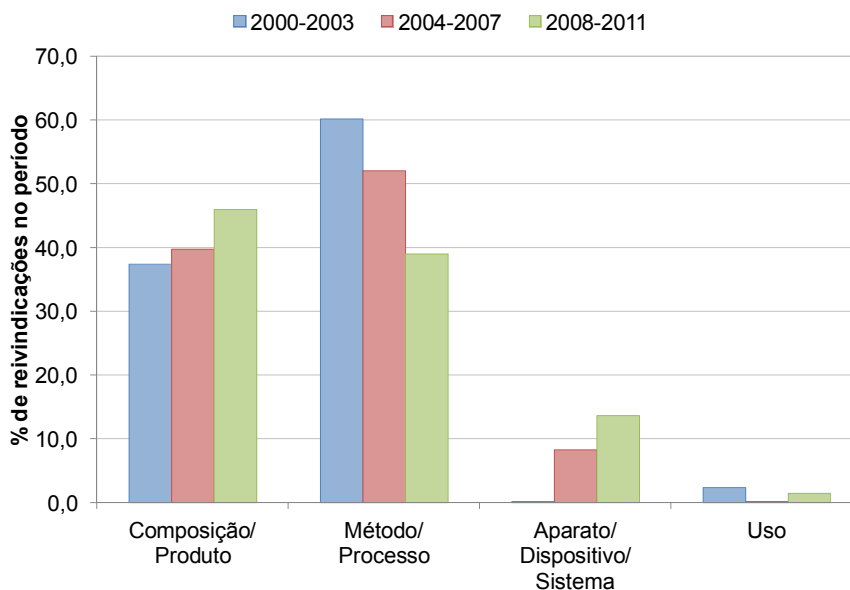
| País/Região | Número de documentos | Percentual em relação ao total do país/região |
|--------------------|-----------------------------|--|
| EUA | 66 | 19,0 |
| Japão | 8 | 19,5 |
| Finlândia | 6 | 28,6 |
| EPO | 4 | 8,70 |
| R. Unido | 4 | 22,2 |
| Suécia | 4 | 21,1 |
| França | 3 | 23,1 |
| PCT | 2 | 15,4 |
| Coréia | 1 | 16,7 |
| Taiwan | 1 | 33,3 |
| Suíça | 1 | 100 |
| Noruega | 1 | 100 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Verificou-se o aumento do número de reivindicações das categorias Composição/Produto e Aparato/Dispositivo/Produto entre os quadriênios, como mostrado na Figura 4.19. Isso mostra que os depositantes tem demonstrado interesse pelas entidades físicas das invenções ao invés das atividades (Método/Processo) relacionadas às tecnologias de nanocelulose em materiais

compósitos. Uma análise detalhada dos termos que compõe o preâmbulo das reivindicações mostrou que de fato há mais documentos de patente associado às categorias relacionadas a entidades físicas (Composição/Produto e Aparato/Dispositivo/Produto), sobretudo relacionadas a materiais em geral, que engloba principalmente uma diversidade de materiais compósitos, como mostrado na Tabela 4.11.

Com relação aos tipos de nanocelulose, foi verificada queda no número percentual de documentos de patente associado à celulose microfibrilada nos quadriênios, como mostrado na Figura 4.20. Em parte, esta queda pode estar associada à mudança de nomenclatura para nanofibrilas de celulose. Para celulose bacteriana, a diminuição do percentual de documentos de patente nos quadriênios pode ser consequência, pelo menos em parte, do maior interesse pelas rotas *top-down* de obtenção da nanocelulose em relação à fermentação bacteriana, que possui menor eficiência de produção de nanocelulose (KLEMM et al., 2011).



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.19 Evolução do patenteamento nas categorias de reivindicação no contexto de materiais compósitos contendo nanocelulose.

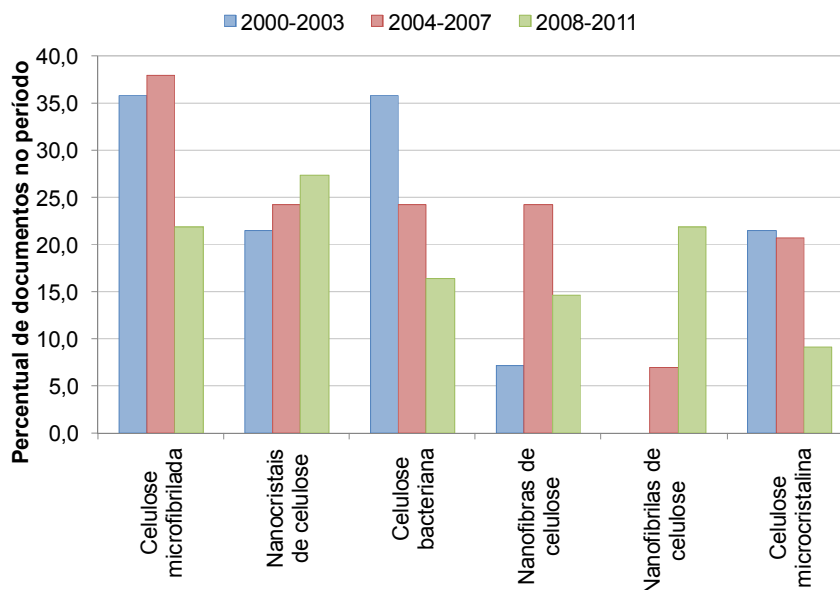
Tabela 4.11 Detalhamentos extraídos dos preâmbulos separados por categoria.

| Categoria | Termos agrupados | # doc. |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| Composição/Produto | • Materiais em geral | 53 |
| | • Nanoceluloses | 13 |
| | • Artigos em geral | 10 |
| | • Composições em geral | 10 |
| | • Hidrogel e aerogel | 10 |
| | • Adesivos | 5 |
| | • Componentes de veículos | 5 |
| | • Produtos para uso humano | 5 |
| | • Recobrimentos (<i>coatings</i>) | 4 |
| | • Produtos e artigos absorventes | 4 |
| | • Componentes elétricos e eletrônicos | 3 |
| | • Outros produtos | 12 |
| | Aparato/Dispositivo/Sistema | • Dispositivo médico |
| • Dispositivo para diálise | | 4 |
| • Dispositivos elétricos em geral | | 3 |
| • Dispositivo/sistema de controle de peste | | 2 |
| • Dispositivo de higiene | | 1 |
| • Dispositivo para microfluidos | | 1 |
| • Dispositivo para purificação de fluidos | | 1 |
| • Dispositivo para armazenamento de energia | | 1 |
| Método/Processo | • Processos de manufatura em geral | 5 |
| | • Preparação | 4 |
| | • Diálise | 3 |
| | • Processo de extrusão | 3 |
| | • Processo de injeção | 2 |
| | • Processo de deformação | 1 |
| | • Processo de destilação | 1 |
| | • Processo de diluição | 1 |
| | • Manufatura de nanocelulose | 1 |
| | • Moldagem | 1 |
| | • Processo de per vaporação | 1 |
| Uso | • Materiais em geral | 5 |
| | • Composições em geral | 2 |
| | • Nanocelulose | 2 |
| | • Agente liberador de ar | 1 |
| | • Artigos em geral | 1 |
| | • Hidrogéis | 1 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Química Macromolecular e Processamento de Materiais foram os principais subdomínios encontrados no conjunto de documentos de patentes em compósitos analisados, representando, respectivamente, 60,4% e 47,5% do conjunto

analisado. Embora todos os tipos de nanocelulose tenham sido associados a ambos os subdomínios, maior proximidade foi verificada com celulose microfibrilada, nanofibrilas de celulose e nanocristais de celulose, como mostrado na Figura 4.21.



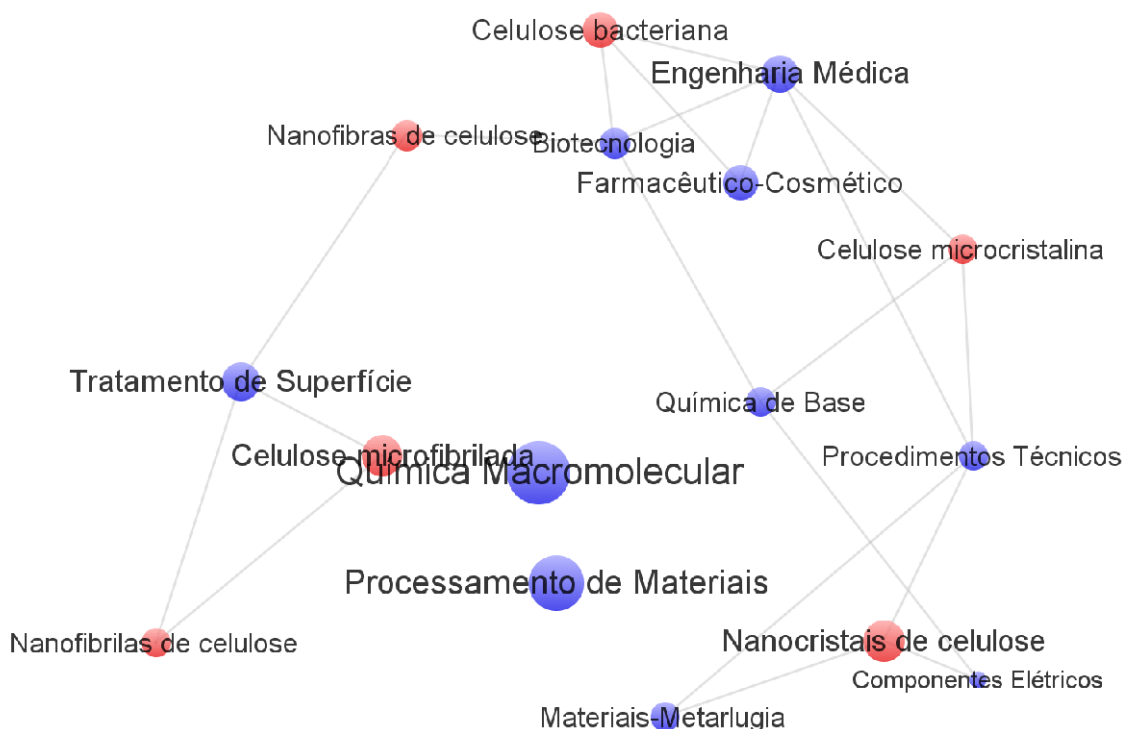
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.20 Evolução do percentual de documentos de patente em diferentes quadriênios para os principais tipos de nanocelulose.

Tratamento de Superfície foi associado principalmente à celulose microfibrilada, nanofibrilas de celulose e nanofibras de celulose, enquanto que nanocristais de celulose apareceu mais próxima a documentos categorizados nos subdomínios Componentes Elétricos, Materiais-Metalurgia e Procedimentos Técnicos. Celulose bacteriana foi mapeada como mais próxima aos subdomínios Engenharia Médica, Biotecnologia, Farmacêutico-Cosmético⁴⁴, como

⁴⁴ A existência do subdomínio Farmacêutico-Cosmético no conjunto de documentos de patentes para materiais compósitos pode, num primeiro momento parecer ilógico, pois não é um subdomínio, a priori, associados a área de engenharia de materiais. Contudo, a recuperação do conjunto de documentos considerou a palavra “composite” nos títulos, resumos e reivindicações do texto completo do documento. Um depositante pode ter referido-se a sua composição farmacêutica

consequência da sua aplicação final. Celulose microcristalina se mostrou mais próxima de Farmacêutico-Cosmético, porém também associada à Química de Base e Procedimentos Técnicos.



OBS.: Os subdomínios tecnológicos estão mostrados em azul enquanto que os tipos de nanocelulose estão em vermelho. O tamanho do nó é proporcional ao número de documentos de patente e estão mostradas apenas as linhas mais fortes de ligação entre os nós.

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.21 Rede de ligação entre os tipos de nanocelulose e os principais subdomínios tecnológicos no período 2000-2011.

Em termos de documentos de patente por países/região, conforme Tabela 4.12, a celulose microfibrilada mostrou-se relevante, sobretudo, para Suécia, França, pedidos do tipo PCT, e Japão. Nanocristais de celulose foram alvo

ou cosmética como um composto, uma prática que foge ao controle de qualquer analista de patente.

principalmente da Noruega, França, PCT e EUA. Celulose bacteriana foi relevante para Taiwan e os EUA, enquanto que as nanofibras de celulose, assim como nas publicações, apareceram como importantes principalmente para o Japão. Nanofibrilas de celulose compreenderam os documentos de patente depositados prioritariamente no EPO e na Finlândia. Celulose microcristalina ocorreu principalmente no pedido efetuado pela Noruega, sugerindo que o país tenha adotado como sinônimo nanocristais e microcristais, que de acordo com Siqueira, Brás e Dufresne^[13], seriam a mesma coisa, embora celulose microcristalina seja um produto comercializado^[167] e tenha sido considerada de uma forma separada na presente pesquisa.

Tabela 4.12 Percentual de documentos dos países/região em função dos tipos de nanocelulose para o período de 2000 a 2011.

| País/ Região | Celulose microfibrilada | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Nanofibras de celulose | Nanofibrilas de celulose | Celulose microcristalina |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| EUA | 25,8 | 33,3 | 27,3 | 16,7 | 12,1 | 18,2 |
| Japão | 37,5 | 12,5 | 25,0 | 37,5 | - | 12,5 |
| Finlândia | 16,7 | - | - | 16,7 | 50,0 | - |
| Suécia | 75,0 | - | - | - | - | - |
| EPO | 25,0 | - | - | - | 75,0 | - |
| R. Unido | 25,0 | 25,0 | - | - | - | - |
| França | 66,7 | 66,7 | - | - | - | - |
| PCT | 50,0 | 50,0 | - | - | - | - |
| Taiwan | - | - | 100 | - | - | - |
| Suíça | - | - | - | 100 | - | - |
| Noruega | - | 100 | - | - | - | 100 |
| Coréia | - | - | 100 | - | - | - |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Polímeros de cadeia carbônica destacaram-se entre as classes de polímeros mais frequentes nas reivindicações dos documentos de patente analisados, estando presentes em 50,5%. De acordo com a Tabela 4.13, polímeros acrílicos e suas modificações, que lideraram o ranking, foram reivindicados em 30,7% dos documentos analisados, seguidos dos polímeros vinílicos e suas modificações (22,8%), além das poliolefinas (21,8%).

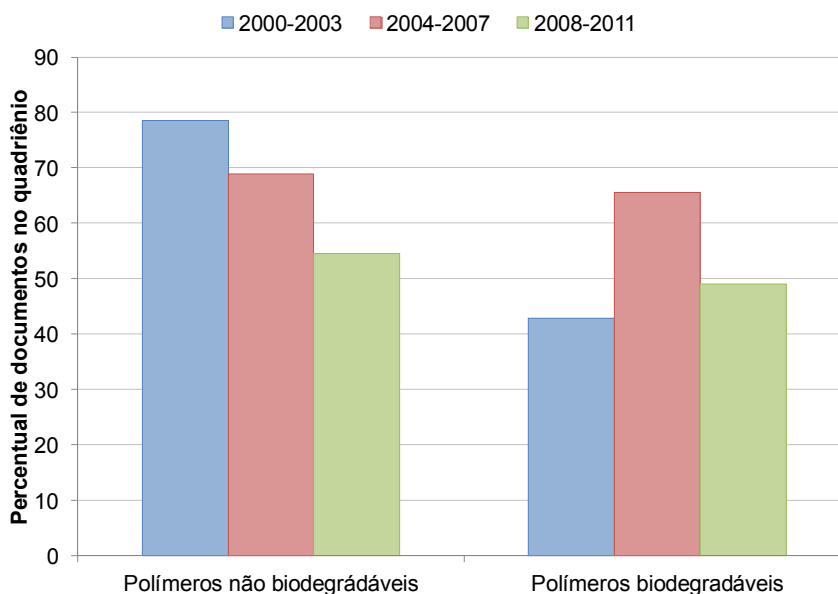
Tabela 4.13 Classes de polímeros identificados no corpo das reivindicações.

| Classe de Polímeros | | # doc. | % doc. |
|---------------------|---|--------|--------|
| PCC | Polímeros acrílicos e suas modificações | 31 | 30,7 |
| PCH-BP | Celulose e seus derivados | 26 | 25,7 |
| PCC | Polímeros vinílicos e suas modificações | 23 | 22,8 |
| PCC | Poliiolefinas | 22 | 21,8 |
| PCH | Poliâmidas e suas modificações | 20 | 19,8 |
| PCH-B | Proteínas | 20 | 19,8 |
| PCH | Poliéteres e suas modificações | 19 | 18,8 |
| PCH-B | Ácido polilactídeo e ácido poliglicólico | 19 | 18,8 |
| PCH-BP | Amido e seus derivados | 18 | 17,8 |
| PCH | Poliuretanos e polímeros baseados em reações de isocianatos | 14 | 13,9 |
| PCH | Poliésteres saturados e suas modificações | 12 | 11,9 |
| PCH | Polímeros com fosfato e suas modificações | 12 | 11,9 |
| PCH | Resinas epóxi e suas modificações | 12 | 11,9 |
| PCC | Poliestirenos e suas modificações | 11 | 10,9 |
| PCH-BP | Gomas | 11 | 10,9 |
| PCH-B | Poli(hidroxiacanoato) | 11 | 10,9 |
| PCH | Outros polímeros de cadeia heterogênia | 10 | 9,90 |
| PCH | Polímeros com enxofre e suas modificações | 10 | 9,90 |
| PCH-BP | Pectina | 10 | 9,90 |
| PCC | Polímeros fluorados e suas modificações | 9 | 8,91 |
| PCH-BP | Hemiceluloses | 9 | 8,91 |
| PCH | Poli-imidas e suas modificações | 9 | 8,91 |
| PCH | Poliésteres insaturados e suas modificações | 9 | 8,91 |
| PCH | Polímeros condutores | 9 | 8,91 |
| PCH-B | Policaprolactona | 8 | 7,92 |
| PCC | Polímeros dienos e suas modificações | 7 | 6,93 |
| PCC | Polímeros quimicamente modificados | 7 | 6,93 |
| PCH-BP | Quitosana e seus derivados | 7 | 6,93 |
| PCH | Lignina | 5 | 4,95 |
| PCH | Resinas de melamina-ureia | 5 | 4,95 |
| PCH | Siloxanos e suas modificações | 5 | 4,95 |
| PCH | Poliâminas e suas modificações | 4 | 3,96 |
| PCH-B | Poliésteres biodegradáveis | 4 | 3,96 |
| PCH | Poliéter cetonas | 4 | 3,96 |
| PCH-BP | Quitosina e seus derivados | 4 | 3,96 |
| PCH | Ácidos policarboxílicos e suas modificações | 4 | 3,96 |
| PCC | Acrinolitricinas e suas modificações | 3 | 2,97 |
| PCH-BP | Outros polissacarídeos | 3 | 2,97 |
| PCH | Poliiminas e suas modificações | 3 | 2,97 |
| PCC | Resinas fenólicas | 2 | 1,98 |
| PCH-B | Polifenileno e suas modificações | 2 | 1,98 |
| PCH | Polímeros etoxilados | 2 | 1,98 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Polímeros de cadeia heterogênea não biodegradáveis representaram 48,5% da amostra, com destaque para as poliâmidas e suas modificações (19,8%) e poliéteres e suas modificações (18,8%). Há uma tendência, por outro lado, de

que polímeros pertencentes a classes de biodegradáveis (PCH-B + PCH-BP) venham a se sobrepor aos polímeros não biodegradáveis, conforme Figura 4.22.



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.22 Evolução percentual dos documentos de patente de polímeros biodegradáveis e não biodegradáveis em função de quadriênios.

As classes de polissacarídeos (PCH-BP) compreenderam 43,6% dos pedidos, com destaque para celulose e seus derivados (25,7%) e amido e seus derivados (17,8%). Para as classes de polímeros de cadeia heterogênea biodegradável (não polissacarídeos), houve associação de 32,7% dos documentos de patente, sendo as classes de proteínas (19,8%) e ácido polilático e ácido poliglicólico (18,8%) as mais proeminentes.

Embora haja ocorrência de classes de cadeia carbônica e cadeia heterogênea, a primeira foi mais frequente, em termos de documentos, para celulose microfibrilada, nanocristais de celulose e celulose bacteriana, com destaque para as classes de polímeros acrílicos e vinílicos, como mostrado na Tabela 4.14 e Tabela I.4. Para os demais tipos de nanocelulose houve prevalência

de classes de polímeros de cadeia heterogênea, em especial, com a classe de celulose e seus derivados.

Tabela 4.14 Principais classes de polímeros para os tipos de nanocelulose dos documentos de patente em materiais compósitos no período 2000-2011.

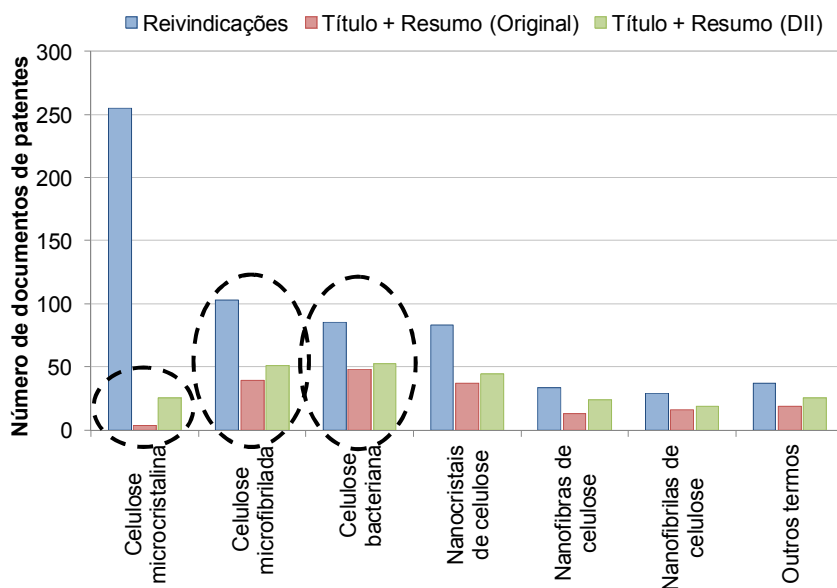
| Tipo de nanocelulose | Classe de polímero | # documentos |
|--------------------------|---|--------------|
| Celulose microfibrilada | Poliiolefinas | 10 |
| | Polímeros acrílicos e suas modificações | 10 |
| | Pectina | 9 |
| | Proteínas | 9 |
| | Poliéteres e suas modificações | 9 |
| Nanocristais de celulose | Polímeros vinílicos e suas modificações | 6 |
| | Polímeros acrílicos e suas modificações | 5 |
| | Resinas epóxi e suas modificações | 5 |
| | Poliéteres e suas modificações | 5 |
| Celulose bacteriana | Polímeros acrílicos e suas modificações | 11 |
| | Polímeros vinílicos e suas modificações | 8 |
| | Poliéteres e suas modificações | 8 |
| | Proteínas | 6 |
| Nanofibras de celulose | Poliamidas e suas modificações | 8 |
| | Poliiolefinas | 7 |
| | Polímeros acrílicos e suas modificações | 6 |
| | Celulose e seus derivados | 6 |
| | Poliuretanos e polímeros baseados em reações de isocianatos | 6 |
| Nanofibrilas de celulose | Gomas | 7 |
| | Proteínas | 7 |
| | Polímeros com fosfato e suas modificações | 7 |
| | Celulose e seus derivados | 6 |
| | Poliiolefinas | 5 |
| | Ácido polilactídeo e ácido poliglicólico | 5 |
| Celulose microcristalina | Celulose e seus derivados | 6 |
| | Proteínas | 4 |
| | Polímeros acrílicos e suas modificações | 4 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

4.4 Discussão final

A fonte dos termos para mineração de textos e posterior elaboração de indicadores é um dos gargalos quando a análise se baseia em documentos de patente. Caso apenas os títulos e resumos originais dos documentos de patente ou dos registros bibliográficos da base DII fossem minerados, celulose microfibrilada e bacteriana liderariam o ranking e a celulose microcristalina seria a menos explorada nas tecnologias, como mostrado na Figura 4.3. Enquanto isso, o

mesmo indicador sendo elaborado a partir das reivindicações mostra outra tendência, com 42,6% dos documentos tratando da celulose microcristalina, seguido da celulose microfibrilada (17,2%) e da celulose bacteriana (14,2%). Diferentemente dos objetivos de escrita dos resumos em publicações científicas, os resumos dos documentos de patente não apresentam detalhes do conteúdo do documento e, em parte, os depositantes tentam não revelar detalhes técnicos nesta parte. Embora os textos mostrados no campo resumo dos registros bibliográficos da DII tentem apresentar maiores detalhamentos, eles também se mostraram ineficazes para mostrar as tendências dos tipos de nanocelulose.



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura 4.23 Total de documentos de patente para cada tipo de nanocelulose a partir de diferentes fontes de termos.

A eficiência do reconhecimento dos tipos de nanocelulose a partir dos termos extraídos das reivindicações foi de 89,0%, superior ao obtido pela mineração dos termos do título e resumo originais dos documentos de patente (27,1%) ou mesmo dos títulos e resumos modificados e fornecidos pela base DII (35,6%), conforme Tabela 4.15. O uso dos registros da DII só atinge patamar de

eficiência comparável (e ligeiramente superior) ao uso das reivindicações quando também se utiliza o campo Foco Tecnológico dos registros, juntamente com os títulos e resumo da DII. Isso ocorre porque a DII utiliza as reivindicações dos documentos que ela indexa para elaborar os campos resumo e foco tecnológico de seus registros^[180] e, como verificado em um experimento piloto⁴⁵, os resumos dos registros da DII são compostos pelas reivindicações independentes enquanto que o foco tecnológico é elaborado a partir das reivindicações dependentes.

Esse resultado indica um bom potencial de emprego da DII para elaboração de indicadores de abrangência mundial a partir dos registros dos documentos de patente indexados na base. Entretanto, há necessidade de pesquisas mais detalhadas sobre as possíveis deficiências e limitações da base. Por exemplo, não está clara a origem dos documentos de patente utilizados, visto que a DII se baseia em famílias de patente. Nem todas as reivindicações dos documentos de patente são empregadas na elaboração do resumo e do foco tecnológico do registro da base DII. Além disso, os registros bibliográficos mais antigos em geral não possuem o campo foco tecnológico.

Tabela 4.15 Eficiência do reconhecimento dos tipos de nanocelulose.

| Fonte dos termos | | Eficiência (%) (#doc.reconhecidos/Total) |
|------------------|--------------------------------|---|
| DII | Título/Resumo | 35,6 |
| | Título/Resumo/Foco Tecnológico | 92,6 |
| USPTO | Título Resumo | 27,1 |
| | Reivindicações | 89,0 |

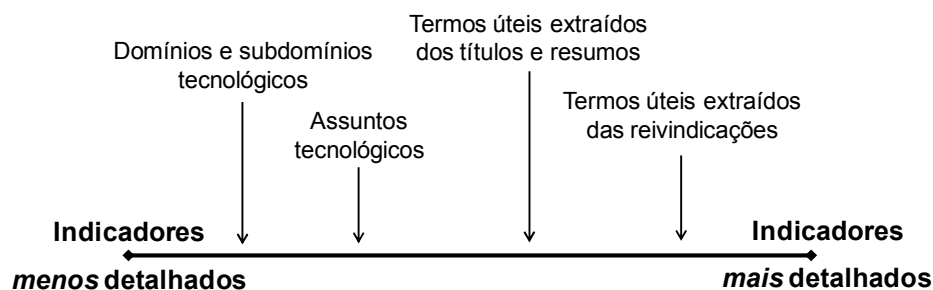
Fonte: 598 registros bibliográficos da Derwent Innovations Index e documentos de patente equivalentes da USPTO no período 2000-2011. Elaborado pelo Autor.

Como os termos de reconhecimento dos tipos de nanocelulose (Apêndice C) são os mesmos da expressão de busca (Quadro 3.1), a princípio, era esperado

⁴⁵ Após analisar os resumos e focos tecnológicos de um conjunto de 25 registros bibliográficos, aleatoriamente selecionados, e compará-los com os equivalentes textos completos obtidos na base USPTO, verificou-se que a DII faz cópia das reivindicações, realizando pequenas modificações como a fusão de sentenças e eliminação de palavras e frases repetidas. Em alguns registros bibliográficos da DII, verificou-se nem todas as sentenças das reivindicações são contempladas.

que o processamento atingisse uma eficiência de 100%. Contudo, foi possível atingir um nível próximo a 90%, o que pode ser considerado satisfatório, mas indica provável deficiência no processamento de linguagem natural utilizado. Esse fato pode ser discutido com os desenvolvedores do software para eventual aprimoramento.

Ao se comparar os diferentes tipos de indicadores que se pode elaborar a partir dos registros e documentos de patente, é possível estabelecer uma escala qualitativa do grau de detalhamento obtido, conforme mostrado na Figura 4.24. De um lado encontram-se os indicadores *menos* detalhados (domínios, subdomínios e assuntos tecnológicos), normalmente mais associados a interesses em macroanálises, por exemplo, de órgãos governamentais de políticas públicas, mas também de empresas e instituições. Do outro lado, encontram-se indicadores *mais* detalhados, elaborados a partir de termos extraídos dos títulos, resumos e reivindicações, que podem discriminar conhecimentos específicos não identificáveis pelos outros indicadores, normalmente de maior interesse em microanálises, efetuados, por exemplo, por empresas e grupos de pesquisa de instituições.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4.24 Nível de detalhamento para indicadores de documentos de patentes.

Os indicadores de ciência e tecnologia propostos, juntamente com a metodologia desenvolvida na presente pesquisa, podem ser úteis para alimentar um sistema de monitoramento tecnológico, para acompanhar o ambiente externo

de uma organização empresarial, governamental ou institucional, visando ao fornecimento de subsídios para planos e decisões. O sistema de monitoramento deve prever, como primeiro passo, o levantamento de necessidades e perguntas a serem respondidas pelo sistema, que se enquadrem, sobretudo, em tópicos de antecipação de alertas (*early-warning topics*) e descrição de atores chave, segundo a classificação sugerida por Herring^[86]. Os métodos tradicionais de coleta de informação e conhecimento junto a especialistas e gestores sempre serão imprescindíveis, por agregar informações de origem tácita. Do mesmo modo, a coleta e análise de indicadores a partir de documentos tornam-se cada vez mais importantes e eficientes, podendo enriquecer, complementar e validar as informações de pessoas.

Os resultados obtidos na presente pesquisa contribuem para dar respostas à maioria das questões relevantes apresentadas por especialistas da área consultados (vide Tabela 3.1). Por exemplo, foi possível caracterizar as atividades científicas e tecnológicas de países e gerar indicadores sobre os avanços nos tipos de nanocelulose, nanocelulose aplicada em materiais compósitos e classes de polímeros preferencialmente utilizadas nas tecnologias. Também foram descritos os principais subdomínios tecnológicos envolvidos no patenteamento e áreas científicas relevantes para a nanocelulose. Embora não tenham sido discutidos, também foram levantados indicadores sobre organizações (ver Apêndices F, G e I). . A metodologia empregada pode ser utilizada para caracterizar outras características de processos que não foram objeto da presente pesquisa, tais como processos de secagem, modificação superficial, funcionalização de polímeros e outros processos envolvidos na obtenção e aplicação da nanocelulose, além de toxicidade e efeitos da nanocelulose sobre o meio ambiente, e que podem ser abordadas em pesquisas futuras. Os procedimentos utilizados podem também ser aplicados a outros nanomateriais e outros materiais de um modo geral.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na presente pesquisa permitiram o estabelecimento das seguintes conclusões:

- Os indicadores de reivindicações contribuem efetivamente para aprofundar a análise do conteúdo de grandes volumes de documentos de patente em nanocelulose associados à engenharia de materiais, com um detalhamento dificilmente perceptível nos seus dados bibliográficos compostos pelo título, resumo e código da Classificação Internacional de Patentes (CIP). Destaca-se, por exemplo, no patenteamento em materiais compósitos, a identificação da coocorrência preferencial de tipos de nanocelulose específicos e determinadas classes de polímeros envolvidas no patenteamento da nanocelulose;
- Dentre os indicadores de publicação científica obtidos, ressalta-se a consolidação da nanocelulose como temática proeminente no contexto da nanotecnologia, inclusive como área científica abrangendo um núcleo científico formado por nanocristais/nanofibras/nanofibrilas/nanocompósitos e outro núcleo formado por celulose bacteriana/biossíntese/condição de cultura/aplicação biomédica, de acordo com o Sistema de Classificação de áreas científicas desenvolvida no Centro de Estudos em Ciência e Tecnologia, da Universidade de Leiden, Holanda;
- Destacaram-se, como principais áreas periféricas que contribuem para o avanço científico da nanocelulose, biocompósitos, celulases, oxidação da celulose e compósitos de amido;
- Embora as pesquisas científicas e o patenteamento em nanocelulose tenham aumentado nos últimos anos, eles ainda estão em um estágio emergente de desenvolvimento, o que deve perdurar nos próximos anos;
- Destacou-se o crescimento expressivo das publicações científicas em nanoceluloses obtidas via processos *top-down* - mecânicos ou por hidrólise

ácida - bem como seu patenteamento em países triádicos e no mercado americano, indicando seu potencial de valor para o mercado;

- Os países analisados possuem publicações científicas em todos os tipos de nanocelulose, e não se verificou uma priorização para tipos específicos de nanocelulose para os EUA, China, Reino Unido, Alemanha, Brasil e Índia; enquanto que houve priorização para países como: Canadá (nanocristais de celulose); Coreia (celulose bacteriana); Austrália e França (celulose microfibrilada); Finlândia, Suécia, Suíça e Espanha (nanofibrilas de celulose); Japão e Suíça (nanofibras de celulose); e Espanha (celulose microcristalina);
- O Brasil desempenhou um papel coadjuvante nos avanços científicos e tecnológicos da nanocelulose, com esforço ligeiramente maior para celulose bacteriana, mas sem a caracterização de uma priorização, deixando para segundo plano as nanofibrilas e os nanocristais de celulose que são mais apropriadas para o aproveitamento do potencial de sua biodiversidade e de produção da celulose;
- Os indicadores tecnológicos mostraram que as tendências para o desenvolvimento de materiais, produtos e processos tendem a se direcionar para os subdomínios Química Macromolecular, Processamento de Materiais, Tratamento de Superfície, Procedimentos Técnicos e Materiais-Metalurgia, envolvendo as nanofibras de celulose, nanocristais de celulose, celulose microfibrilada e nanofibrilas de celulose;
- Verificou-se o aumento expressivo da participação de materiais compósitos como aplicação da nanocelulose, o que pode ser considerada também uma tendência para os próximos anos;
- Nas reivindicações do patenteamento em nanocelulose e em materiais compósitos contendo nanocelulose, prevaleceram Composição/Produtos e houve um recente aumento da participação da categoria Uso;
- As classes de polímeros celulose e amido caracterizaram-se como principais materiais utilizados no patenteamento em nanocelulose, seguido dos polímeros biodegradáveis das classe proteína, ácido polilático e ácido poliglicólico, e dos

não biodegradáveis das classes poliéteres, polímeros condutores, polímeros acrílicos e polímeros vinílicos;

- Apesar do apelo sustentável da nanocelulose, os principais polímeros reivindicados no conjunto de documentos de patentes em materiais compósitos contendo nanocelulose pertencem a classes de polímeros não biodegradáveis, de cadeia carbônica, sobretudo polímeros acrílicos, polímeros vinílicos e poliolefinas.
- A metodologia de elaboração de indicadores de reivindicação de patentes desenvolvida na presente pesquisa pode ser aplicada em outros contextos da engenharia de materiais e de tecnologia em geral, incluindo nanotecnologia, nanomateriais e materiais em geral; uma vez desenvolvidas as adaptações das particularidades pertinentes a tais assuntos, tais como mapeamento das necessidades específicas, elaboração de listas de classificação e adaptação dos tesouros de processamento.

6 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A partir dos resultados obtidos, sugere-se as seguintes linhas de pesquisa futuras:

- Potencialidade da utilização dos dados textuais dos registros bibliográficos na base Derwent Innovations Index, em especial do resumo e do foco tecnológico, incluindo a investigação das deficiências e limitações, tais como origem dos documentos de patente utilizados para elaboração desses textos, presença dos campos de interesse nos registros e outras pertinentes;
- Desenvolvimento de indicadores a partir do desdobramento de categorias de reivindicação, tendo como base o Manual de Escrita de Patente^[128]. Por exemplo, na presente pesquisa, a categoria Composição/Produto incluiu outras categorias como Produto-de-Processo e Biotecnologia que poderiam ser analisadas separadamente;
- Elaboração de indicadores de reivindicações tomando como referência as normas de escrita de outros escritórios de patente, por exemplo EPO e INPI/Brasil, com o intuito de comparar eventuais diferenças e aumento do potencial de análise do conteúdo;
- Avaliação da potencialidade e limitações do uso das técnicas de análise estatística utilizadas na presente pesquisa em outros indicadores de ciência e tecnologia, por exemplo, para indicar a priorização de países e organizações por classes de materiais poliméricos específicas no patenteamento;

- Elaboração e análise de indicadores sobre outros aspectos específicos de grande interesse para o acompanhamento do avanço da nanocelulose, tais como processos de *grafting*, de modificação superficial, de secagem e outros, a partir de publicações científicas e documentos de patente como complemento aos indicadores construídos na presente pesquisa;
- Utilização da metodologia desenvolvida em outras áreas científicas e assuntos tecnológicos, incluindo a pesquisa de outros nanomateriais como nanotubos de carbono, grafeno, nanoprata e outros; além da pesquisa sobre o grau de relacionamento entre as classes de polímeros e os subgrupos da Classificação Internacional de Patentes ligadas a polímeros;
- Desenvolvimento e aplicação de metodologia para caracterização dos conteúdos de pedidos de patente em domínio público no Brasil e no mundo, como potencial para contribuir na aceleração do desenvolvimento tecnológico nacional da nanocelulose e eventualmente de outros materiais.

7 REFERÊNCIAS

- [1] ARORA, S. K. et al. Capturing new developments in an emerging technology: an updated search strategy for identifying nanotechnology research outputs. **Scientometrics**, v. 95, n. 1, p. 351–370, dez. 2012.
- [2] 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.
- [3] KOSTOFF, R. N.; KOYTCHEFF, R. G.; LAU, C. G. Y. Seminal Nanotechnology Literature: A Review. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 9, n. 11, p. 6239–6270, nov. 2009.
- [4] MILANEZ, D. H. **Nanotecnologia: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes**. 2011. 176f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- [5] MILANEZ, D. H. et al. Patents in nanotechnology: an analysis using macro-indicators and forecasting curves. **Scientometrics**, v. 101, n. 2, p. 1097–1112, nov. 2014.
- [6] PORTER, A. L. et al. Refining search terms for nanotechnology. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 10, n. 5, p. 715–728, ago. 2008.
- [7] 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, out. 2008.
- [8] YOUTIE, J.; SHAPIRA, P.; PORTER, A. L. Nanotechnology publications and citations by leading countries and blocs. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 10, n. 6, p. 981–986, fev. 2008.
- [9] EUROPEAN COMMISSION. **Nanomaterials**. 2013. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/#definition>>. Acesso em: 19 ago. 2013.
- [10] DUFRESNE, A. Nanocellulose: A new ageless bionanomaterial. **Materials Today**, v. 16, n. 6, p. 220–227, 2013.
- [11] KLEMM, D. et al. Nanocelluloses: a new family of nature-based materials. **Angewandte Chemie** (International ed. in English), v. 50, n. 24, p. 5438–66, jun. 2011.
- [12] MOON, R. J. et al. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. **Chemical Society reviews**, v. 40, n. 7, p. 3941–94, jul. 2011.

- [13] SIQUEIRA, G.; BRAS, J.; DUFRESNE, A. Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications. **Polymers**, v. 2, n. 4, p. 728–765, dez. 2010.
- [14] CHARREAU, H.; FORESTI, M. L.; VAZQUEZ, A. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. **Recent patents on nanotechnology**, v. 7, n. 1, p. 56–80, jan. 2013.
- [15] MILANEZ, D. H. et al. Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. **Materials Research**, v. 16, n. 3, p. 635–641, jun. 2013.
- [16] MILANEZ, D. H. et al. Prospecção tecnológica sobre nanocelulose aplicada a materiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 21º., Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2013
- [17] MILANEZ, D. H. et al. Prospecção tecnológica dos processos de obtenção da nanocelulose a partir de indicadores tecnológicos. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 69º., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABM, 2014.
- [18] MILANEZ, D. H. et al. Technological indicators of nanocellulose advances obtained from data and text mining applied to patent documents. **Materials Research**. No prelo.
- [19] SIRÓ, I.; PLACKETT, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review. **Cellulose**, v. 17, n. 3, p. 459–494, fev. 2010.
- [20] NÚCLEO DE INFOMAÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS. Disponível em: <<http://www.nit.ufscar.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2014.
- [21] SCHEU, M. et al. Mapping nanotechnology patents: The EPO approach. **World Patent Information**, v. 28, n. 3, p. 204–211, set. 2006.
- [22] 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: 06 jul. 2013.
- [23] ROCO, M. C. International Perspective on Government Nanotechnology Funding in 2005. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 7, n. 6, p. 707–712, dez. 2005.
- [24] 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.

- [25] CIENTÍFICA. **Global funding of nanotechnologies & its impact**. 2011. Disponível em: <<http://cientifica.com/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Global-Nanotechnology-Funding-Report-2011.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2015.
- [26] SARGENT, J. F. Nanotechnology : A Policy Primer. **CRS Report for Congress**. 2013. Disponível em: <<https://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL34511.pdf>>. Acesso em 23 nov. 2014.
- [27] USA. **National Nanotechnology Initiative**: Strategic Plan. Washington: Executive Office of the President of the United States. 2014. Disponível em: <<http://www.nano.gov/node/1113>>. Acesso em: 26 abr. 2014.
- [28] PLENTZ, F.; FRAZZIO, A. Considerações sobre o Programa Brasileiro de Nanotecnologia. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 3, p. 23–27, 2013.
- [29] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Nanotecnologia**: Panorama da nanotecnologia no mundo e no Brasil. Brasília. 2011 Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia>>. Acesso em: 04 jul. 2013.
- [30] USA. National Nanotechnology Initiative. **NNI Budget Supplements and Strategic Plans**.. 2015. Disponível em <<http://www.nano.gov/node/1071>>. Acesso em 02 nov. 2014.
- [31] BRASIL. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. **Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia estimula inovação em empresas**. 2013. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/348986.html>> Acesso em: 22 ago. 2013.
- [32] KAY, L.; SHAPIRA, P. Developing nanotechnology in Latin America. **Journal of nanoparticle research**, v. 11, n. 2, p. 259–278, mar. 2009.
- [33] ALENCAR, M. S. M.; PORTER, A. L.; ANTUNES, A. M. S. Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 9, p. 1661–1680, nov. 2007.
- [34] HUANG, C.; NOTTEN, A.; RASTERS, N. 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. 2011.
- [35] IGAMI, M.; OKAZAKI, T. **Capturing nanotechnology's current state of development via analysis of patents**. Paris: OECD, 2007.
- [36] WANG, G.; GUAN, J. Value chain of nanotechnology: a comparative study of some major players. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 14, n. 2, jan. 2012.

- [37] WANG, L.; NOTTEN, A.; SURPATEAN, A. Interdisciplinarity of nano research fields: a keyword mining approach. **Scientometrics**, v. 94, n. 3, p. 877–892, out. 2012.
- [38] RESEARCH, L. **Sizing Nanotechnology's Value Chain**. Disponível em: <<https://www.altassets.net/pdfs/sizingnanotechnologysvaluechain.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2014.
- [39] BERGER, M. Debunking the trillion dollar nanotechnology market size hype. **Nanowerk**. 2007. Disponível em: <<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1792.php>> Acesso em: 19 ago. 2013.
- [40] TOTH, E. Buying the nano-market. **Hesamag**. 2009. Disponível em: <<http://www.etui.org/Topics/Health-Safety/HesaMag/Nanotechnologies-Hopes-and-uncertainties-around-a-new-revolution>> Acesso em: 19 ago. 2013.
- [41] BBC RESEARCH. Nanotechnology: a realistic market assessment. **BBC Research**. 2012. Disponível em: <<http://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanotechnology-market-applications-products-nan031e.html>> Acesso em: 19 ago 2013.
- [42] BBCRESEARCH. Nanomaterials markets by type. **BBC Research**. 2005. Disponível em: <<http://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/NAN040A.html>> Acesso em: 19 ago 2013.
- [43] AZIZI SAMIR, M. A. S.; ALLOIN, F.; DUFRESNE, A. Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field. **Biomacromolecules**, v. 6, n. 2, p. 612–26, 2005.
- [44] 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, set. 2010.
- [45] ISOGAI, A. Wood nanocelluloses: fundamentals and applications as new bio-based nanomaterials. **Journal of Wood Science**, v. 59, n. 6, p. 449–459, set. 2013.
- [46] MARIANO, M.; KISSI, N. EL; DUFRESNE, A. Cellulose nanocrystals and related nanocomposites: review of some properties and challenges. **Journal of Polymer Science**, v. 52, p. 791–806, 2014.
- [47] RESEARCH AND MARKETS. The global market for nanocellulose to 2017. **Research and Markets**. Disponível em: <http://www.researchandmarkets.com/reports/2271936/the_global_market_for_nanocellulose_to_2017> Acesso em: 20 ago. 2013.
- [48] NEWS WIRE. CelluForce celebrates the inauguration of the world's first nanocrystalline cellulose demonstration plant. **NewsWire**. 2012. Disponível em: <<http://www.newswire.ca/en/story/911413/celluforce-celebrates-the>>

- inauguration-of-the-world-s-first-nanocrystalline-cellulose-demonstration-plant>. Acesso em: 02 fev. 2012.
- [49] CELLUFORCE. **Celluforce**. Disponível em: <<http://celluforce.com/en/>>. Acesso em: 30 jan. 2015.
- [50] INNVENTIA. Pilot plant for nanocellulose. **Innventia**. 2011. Disponível em: <<http://www.innventia.com/en/Our-Ways-of-Working/Demonstration-and-pilot/Pilot-plant-for-nanocellulose//>>. Acesso em: 29 out. 2012.
- [51] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA under secretary Sherman unveils nanocellulose production facility. **USDA**. 2012. Disponível em: <<http://blogs.usda.gov/2012/08/03/usda-under-secretary-sherman-unveils-nanocellulose-production-facility/>>. Acesso em: 29 out. 2012.
- [52] KAMEL, S. Nanotechnology and its applications in lignocellulosic composites, a mini review. **eXPRESS Polymer Letters**, v. 1, n. 9, p. 546–575, set. 2007.
- [53] CLÉA, M. et al. Life cycle assessment of cellulose nanowhiskers. **Journal of Cleaner Production**, v. 35, p. 130–139, nov. 2012.
- [54] DURÁN, N.; LEMES, A. P.; SEABRA, A. B. Review of cellulose nanocrystals patents: preparation, composites and general applications. **Recent patents on nanotechnology**, v. 6, n. 1, p. 16–28, jan. 2012.
- [55] MARANCHI, J. P. et al. Fibre-reinforced hydrogels with high optical transparency. **International Materials Reviews**, v. 59, n. 5, p. 264–296, 2014.
- [56] TEIXEIRA, E. D. M. et al. Cellulose nanofibers from white and naturally colored cotton fibers. **Cellulose**, v. 17, n. 3, p. 595–606, fev. 2010.
- [57] TEIXEIRA, E. D. M. et al. Nanofibras de algodão obtidas sob diferentes condições de hidrólise ácida. **Polímeros**, v. 20, n. 4, p. 264–268, 2010.
- [58] TEIXEIRA, E. D. M. et al. Sugarcane bagasse whiskers: Extraction and characterizations. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 1, p. 63–66, jan. 2011.
- [59] PÄÄKKÖ, M. et al. Enzymatic hydrolysis combined with mechanical shearing and high-pressure homogenization for nanoscale cellulose fibrils and strong gels. **Biomacromolecules**, v. 8, n. 6, p. 1934–41, jun. 2007.
- [60] ORTS, W. J. et al. Application of Cellulose Microfibrils in Polymer Nanocomposites. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 301–306, out. 2005.
- [61] 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. 411–33, jan. 2007.

- [62] NOGI, M. et al. Optically Transparent Nanofiber Paper. **Advanced Materials**, v. 21, n. 16, p. 1595–1598, abr. 2009.
- [63] GARDNER, D. J. et al. Adhesion and Surface Issues in Cellulose and Nanocellulose. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v. 22, n. 5-6, p. 545–567, jan. 2008.
- [64] SCOPEL, F. et al. Prospecção tecnológica sobre fibras naturais em materiais compósitos a partir da análise de documentos de patente. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 67º, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012.
- [65] SCOPEL, F.; GREGOLIN, J. A. R.; FARIA, L. I. L. Tendências tecnológicas do uso do sisal em compósitos a partir da prospecção em documentos de patentes. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 23, n. 4, p. 514-520, 2013.
- [66] INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **O setor em números**. 2014. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/shared/2014.11.27.booklet-pt.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2014.
- [67] ROSA, M. F. et al. Nanocelulose de fibras de coco imaturo para aplicação em nanocompósitos. In WORKSHOP DE REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, V, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2009.
- [68] REDE AGRONANO. **Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio**. Rede Agronano. Disponível em: <<http://www.redeagronano.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.
- [69] VARTIAINEN, J. et al. Health and environmental safety aspects of friction grinding and spray drying of microfibrillated cellulose. **Cellulose**, v. 18, n. 3, p. 775–786, jan. 2011.
- [70] FLEISHER, C.S.; BENSOUSSAN, B. **Strategic and competitive analysis: methods and techniques for analyzing business Competition**. New Jersey: Prentice Hall, 2002. p. 457.
- [71] FULD, L. **The new competitor intelligence: the complete resource for finding, analyzing, and using information**. New York: John Wiley & Sons, 1995. 482p.
- [72] GILAD, B. **Business blindspots**. 2ª. Calne: Infonortics Ltd, 1996. 244p.
- [73] GILAD, B. **Early warning: using competitive intelligence to anticipate market shifts, control risk, and create powerful strategies**. 1º. New York: Amacom, 2003. 272p.
- [74] MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. New York: Mcgraw-Hill, 1993. 404p.
- [75] PORTER, A. L. et al. Technology opportunities analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 49, n. 3, p. 237–255, jul. 1995.

- [76] WATTS, R. J.; PORTER, A. L. Innovation forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 56, n. 1, p. 25–47, 1997.
- [77] ALBUQUERQUE, E. M. 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 2004**. São Paulo: FAPESP, 2005.
- [78] ALBUQUERQUE, E. M. 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 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011.
- [79] GREGOLIN, J.A.R. et al. Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2004**. São Paulo: FAPESP, 2005.
- [80] FARIA, L.I.L. et al. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011.
- [81] CHOO, C. W. The Art of Scanning the Environment. **Bulletin of the American Society for Information Science and Technology**, v. 25, n. 3, p. 21–24, jan. 2005.
- [82] MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. **Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. 785p.
- [83] OECD. **OECD Patent Statistics Manual**. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264056442-en>>. Acesso em 13 maio 2013
- [84] OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. Paris: OECD, 1997.
- [85] NÚCLEO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS. **Manual de inteligência competitiva**. São Carlos: NIT/Materiais UFSCar, 2004.
- [86] HERRING, J. P. Key intelligence topics: a process to identify and define intelligence needs. **Competitive Intelligence Review**, v. 10, n. 2, p. 4–14, 1999.
- [87] MARTINO, J. P. A review of selected recent advances in technological forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 70, n. 8, p. 719–733, out. 2003

- [88] FELDMAND, R.; SANGER, J. **The text mining handbook**: advanced approaches in analyzing unstructured data. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 410p.
- [89] 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.
- [90] MUNHOZ, D. et al. Automotive materials: current status, technology trends and challenges. In: SAE Conference, SAE Conference. **Anais...** 2007
- [91] VAN RAAN, A. F. J. Science measuring. In: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U (eds.). **Handbook of quantitative science and technology research**: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 19–50.
- [92] SPINAK, E. Indicadores cientométricos. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 141–148, 1998.
- [93] RAAN, A. F. J. VAN. Advances in bibliometric analysis: research performance assessment and science mapping. In: BLOCKMANS, W.; ENGWALL, L.; WEAIRE, D. (eds.). **Bibliometrics**: use and abuse in the review of research performance. Londn: Portland Press, 2014. p. 17–28.
- [94] NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Budget Requests to Congress and Annual Appropriations**. 2014. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/about/budget/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- [95] OECD. **Financial Statements of the Organisation for Economic Co-operation and Development as at 31 December 2013**. 2014. Disponível em: <[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=B C\(2014\)14&docLanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=B C(2014)14&docLanguage=en)>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- [96] OBSERVATOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES. Disponível em: <<http://www.obs-ost.fr/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- [97] LEOPOLD, E.; MAY, M.; PAAS, G. Dataming and text mining for science and technology research. In: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (eds.). **Handbook of quantitative science and technology research**: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 187–213.
- [98] YANG, Y. et al. Text mining and visualization tools – Impressions of emerging capabilities. **World Patent Information**, v. 30, n. 4, p. 280–293, dez. 2008.
- [99] ROMANETTO, L. DE M.; FARIA, L. I. L.; MILANEZ, D. H. Lista de autoridades de instituições brasileiras de ensino pesquisa para apoio à

- elaboração de indicadores de colaboração científica. In: Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, XIX, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2011.
- [100] ROMANETTO, L. M.; MILANEZ, D. H.; FARIA, L. I. L. DE. Indicadores sobre publicações científicas brasileiras em nanotecnologia com o uso de lista de autoridades. In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria, 2º, Gramado. **Anais...** Gramado, 2012.
- [101] OBSERVATOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES. **Science & technologie indicateurs**. Paris: Economica, 2010.
- [102] TSENG, Y. et al. Text mining for patent map analysis. In: IACIS PACIFIC 2005 CONFERENCE, Taipei, Taiwan, 2005. **Proceedings...** 2005.
- [103] TSENG, Y.-H.; LIN, C.-J.; LIN, Y.-I. Text mining techniques for patent analysis. **Information Processing & Management**, v. 43, n. 5, p. 1216–1247, set. 2007.
- [104] WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J.; NOYONS, E. C. M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. **Journal of Informetrics**, v. 4, n. 4, p. 629–635, out. 2010.
- [105] VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Text mining and visualization using VOSviewer. **ISSI Newsletter**, v. 7, n. 3, p. 50–54, 2011.
- [106] FUJII, A.; IWAYAMA, M.; KANDO, N. Introduction to the special issue on patent processing. **Information Processing & Management**, v. 43, n. 5, p. 1149–1153, set. 2007.
- [107] VERBERNE, S.; D'HONDT, E.; OOSTDIJK, N. Quantifying the challenges in parsing patent claims. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN PATENT INFORMATION RETRIEVAL, 1st, . **Proceedings...** UK: Milton Keynes, 2010. Disponível em:
<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.181.970>>.
Acesso em: 2 set. 2013
- [108] SHIN, J.; PARK, Y. Generation and Application of Patent Claim Map : Text Mining and Network Analysis. **Journal of Intellectual Property Rights**, v. 10, n. May, p. 198–205, 2005.
- [109] PORTER, A.; CHIAVETTA, D. Introduction to Special Issue on TechMining. **Scientometrics**, v. 100, n. 3, p. 611–612, jun. 2014.
- [110] 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.
- [111] ZHANG, Y. et al. “Term clumping” for technical intelligence: A case study on dye-sensitized solar cells. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 85, p. 26-39, jan. 2014.

- [112] VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. VOSviewer. 2015 Disponível em: <<http://www.vosviewer.com/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.
- [113] SHEREMETYEVA, S. (2003). Natural language analysis of patent claims. In: ACL-2003 WORKSHOP ON PATENT CORPUS PROCESSING, v. 20, 2003. Morristown, USA. **Proceedings...** Morristown: Association for Computational Linguistics. 2003. p. 66–73. Disponível em: <<http://acl.ldc.upenn.edu/acl2003/patent/pdf/Sheremetyeva.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2013
- [114] WANNER, L. et al. Towards content-oriented patent document processing. **World Patent Information**, v. 30, n. 1, p. 21–33, mar. 2008.
- [115] XU, Y. Apply text mining in analysis of patent document. In: IEEE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER-AIDED INDUSTRIAL DESIGN & CONCEPTUAL DESIGN, 10th, 2009. Wenzhou, China. **Proceedings...** p.2350–2352. Disponível em: <<http://10.1109/CAIDCD.2009.5375302>>. Acesso em: 12 set. 2013.
- [116] YANG, S.-Y.; SOO, V.-W. Extract conceptual graphs from plain texts in patent claims. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 25, n. 4, p. 874–887, jun. 2012.
- [117] YOON, B.; PARK, Y. A systematic approach for identifying technology opportunities: keyword-based morphology analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 2, p. 145–160, fev. 2005.
- [118] YOON, J.; KIM, K. Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection. **Scientometrics**, v. 90, n. 2, p. 445–461, out. 2011.
- [119] YOON, J.; KIM, K. An analysis of property–function based patent networks for strategic R&D planning in fast-moving industries: the case of silicon-based thin film solar cells. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 9, p. 7709–7717, jul. 2012.
- [120] YOON, J.; PARK, H.; KIM, K. Identifying technological competition trends for R&D planning using dynamic patent maps: SAO-based content analysis. **Scientometrics**, v. 94, n. 1, p. 313–331, set. 2012.
- [121] YOON, B.; PARK, Y. A text-mining-based patent network: analytical tool for high-technology trend. **The Journal of High Technology Management Research**, v. 15, n. 1, p. 37–50, fev. 2004.
- [122] ZHANG, L.; ZHU, D. Research of technical development trend and hot points based on text mining. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE, 2nd, 2010. Wuhan, China. **Proceedings...** Disponível em: <<http://doi:10.1109/ICIECS.2010.5678397>>. Acesso em: 12 set. 2013.

- [123] FATTORI, M.; PEDRAZZI, G.; TURRA, R. Text mining applied to patent mapping: a practical business case. **World Patent Information**, v. 25, n. 4, p. 335–342, dez. 2003.
- [124] ABBAS, A.; ZHANG, L.; KHAN, S. U. A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. **World Patent Information**, v. 37, p. 3–13, jun. 2014.
- [125] MOGEE, M. E. Patents and Technology Intelligence. In: ASHTON, W. B.; KLAVANS, R. A. (Eds.) **Keeping abreast of science and technology: technical intelligence for business**. Columbus: Battelle Press, 1997.
- [126] HUNT, D.; NGUYEN, L.; RODGERS, M. (ed.). **Patent Searching: Tools & Techniques**. 1. ed.[n.i.]: Wiley, 2007. p. 208
- [127] ROTOLO, D. et al. Scientometric mapping as a strategic intelligence tool for the governance of emerging technologies. [s.l: s.n.].
- [128] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. OMPI. **WIPO patent drafting manual**. 2010. Disponível em: <http://www.wipo.int/freepublications/en/patents/867/wipo_pub_867.pdf>. Acesso em: 05 set. 2013.
- [129] HYUNDAI MOTOR COMPANY, Korea, Chae. H. HONG, Do. S. HAN. **Nylon-4 composite**. C08L 1/00. US nº. 20110086948. 14 apr. 2011, 30 mar. 2010. Disponível em: <<http://appft1.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PG01&p=1&u=/netahtml/PTO/srchnum.html&r=1&f=G&l=50&s1=20110086948.PG NR>>. Acesso em: 04 fev. 2015.
- [130] LIN, D. H.; HSIEH, S. C. Characteristics of independent claim : a corpus-linguistic approach to contemporary english patents. **Computational Linguistics and Chinese Language Processing**, v. 16, n. 3, p. 77–106, 2011.
- [131] MASE, H. et al. Proposal of two-stage patent retrieval method considering the claim structure. **ACM Transactions on Asian Language Information Processing**, v. 4, n. 2, p. 190–206, 1 jun. 2005.
- [132] MILANEZ, D. H. et al. Estudo dos termos de busca para recuperação de publicações científicas em nanocelulose. In: Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria, 4º., 2014, Recife. **Anais...** Recife, 2014
- [133] MILANEZ, D. H. et al. Análise de bases de dados e termos de busca para estudos bibliométricos e monitoramento científico em nanocelulose. **Em Questão**, v. 20, n. 3, p. 114-133, dez. 2014.
- [134] TAPPI. **Roadmap for the development of international standards for nanocellulose**. 2011. Disponível em: <<http://www.tappinano.org/pdf/RoadmapforNanocelluloseStandards.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2014

- [135] REUTERS, T. **Derwent Innovations Index**. 2014. Disponível em: <http://apps.webofknowledge.com/DIIDW_GeneralSearch_input.do?product=DIIDW&SID=4CGNLFV3uyF6vP2Mvti&search_mode=GeneralSearch>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- [136] USPTO. **Patent Full-Text and Image Database**. 2014. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-adv.htm>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- [137] REUTERS, T. **Web of Science**. 2014. Disponível em: <http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&SID=4CGNLFV3uyF6vP2Mvti&search_mode=GeneralSearch>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- [138] CHANCHETTI, L. F. et al. Mapeamento dos grupos de pesquisa em nanocelulose através da análise de co-autoria. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4^{o.}, 2014, Recife. Anais... Recife, 2014.
- [139] CENTRE FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY STUDIES. **Brazilian Research Ranking**. CWTS. 2014. Disponível em: <brr.cwts.nl>. Acesso em 14 nov. 2014.
- [140] WALTMAN, L. et al. The Leiden Ranking 2011/2012 : data collection, indicators, and interpretation. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 12, p. 2419–2432, 2012.
- [141] WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J. A new methodology for constructing a publication-level classification system of science. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 12, p. 2378–2392, dez. 2012.
- [142] GLANZEL, W.; SCHUBERT, A. A new classification scheme of science fields and subfields designed for scientometric evaluation purposes. **Scientometrics**, v. 56, n. 3, p. 357–367, 2003.
- [143] MILANEZ, D. H. et al. The Earliest Priority Selector for compiling patent indicators. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 14th, 2013, Viena, Austria. **Proceedings...** (v. II), Viena: AIT , 2013. p. 1950-1953.
- [144] MILANEZ, D. H. et al. Assessing an interval of confidence to compile time-dependent patent indicators in nanotechnology. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS CONFERENCE, 14th, 2013, Viena, Austria. **Proceedings...** (v. II), Viena: AIT , 2013. p. 1877-1880
- [145] REUTERS, T. **About patent assignee names and codes**. Derwent Innovations Index. 2014. Disponível em:

- <http://images.webofknowledge.com/WOKRS513R8.1/help/DII/hs_assignee.html>. Acesso em: 04 fev. 2015.
- [146] BASTIOLI, C. (ed.). **Handbook of biodegradable polymers**. Shropshire: Rapra technology, 2005. p. 566
- [147] BILLMEYER, F. W. **Textbook of polymer science**. New York: John Wiley & Sons, 1984. p. 578
- [148] KALIA, S.; AVEROUS, L. (ed.). **Biopolymers: biomedical and environmental applications**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. p. 644
- [149] MANO, E. B.; MENDES, L. C. **Introdução a polímeros**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 1999. p. 208
- [150] RODRIGUEZ, F. **Principles of polymer systems**. 4. ed. New York: Taylor & Francis, 1996. p. 681
- [151] VOLLMERT, B. **Polymer chemistry**. 1. ed. New York: Springer-Verlag, 1973. p. 652
- [152] WIKIPEDIA. **Polyvinyl alcohol**. 2015. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyvinyl_alcohol> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [153] _____. **Polyacrylic acid**. 2015. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyacrylic_acid> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [154] _____. **Polyacrylonitrile**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Polyacrylonitrile>> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [155] _____. **Polyacrylamide**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Polyacrylamide>> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [156] _____. **Polytetrafluoroethylene**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Polytetrafluoroethylene>> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [157] _____. **Polylactic acid**. 2015. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polylactic_acid> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [158] _____. **Polyethylene glycol**. 2014. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene_glycol> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [159] _____. **Cellulose**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose>> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [160] _____. **Polydimethylsiloxane**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Polydimethylsiloxane>> . Acesso em: 04 fev. 2015.
- [161] _____. **Polycarbonate**. 2015. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate>> . Acesso em: 04 fev. 2015.

- [162] SEARCH TECHNOLOGY. **The VantagePoint**. 2014. Disponível em: <<https://www.thevantagepoint.com/>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- [163] UJIHARA, K. **GetIPDL**: Patent Downloader. Disponível em: <<http://www.getipdl.net/en/>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- [164] GEPHI. **Gephi**: the Open Graph Viz Platform. Disponível em: <<https://gephi.github.io/>>. Acesso em: 7 set. 2014.
- [165] BROWN, A. J. On an acetic ferment which forms cellulose. **Journal of the Chemical Society**, v. 49, p. 432–439, 1886.
- [166] KOSTOFF, R. N.; KOYTCHEFF, R. G.; LAU, C. G. Y. Global nanotechnology research literature overview. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 9, p. 1733–1747, nov. 2007.
- [167] FMC. **Avicel[®] PH Microcrystalline Cellulose Datasheet**. 2014. FMC Biopolymer. Disponível em: <<http://www.fmcbiopolymer.com/portals/pharm/content/docs/avicelphmsds.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2014.
- [168] HUANG, Z. et al. Connecting NSF funding to patent innovation in nanotechnology (2001–2004). **Journal of Nanoparticle Research**, v. 8, n. 6, p. 859–879, out. 2006.
- [169] HUANG, C.; WU, Y. State-led Technological Development: A Case of China's Nanotechnology Development. **World Development**, v. 40, n. 5, p. 970–982, maio 2012.
- [170] OMPI. **WIPO intellectual property handbook**. 2. ed. Geneva: WIPO, 2004. p. 489
- [171] BEAUDRY, C.; ALLAOUI, S. Impact of public and private research funding on scientific production: The case of nanotechnology. **Research Policy**, v. 41, n. 9, p. 1589–1606, nov. 2012.
- [172] CAMPUS, S. K.; CRISCUOLO, P. The “home advantage” effect and patent families . A comparison of OECD triadic patents , the USPTO and the EPO. **Scientometrics**, v. 66, n. 1, p. 23–41, 2006.
- [173] PEARCE, J. M. Make nanotechnology research open-source. **Nature**, v. 491, p. 519–520, 2012.
- [174] OMPI. Patent Cooperation Treaty. WIPO. Disponível em: <<http://www.wipo.int/export/sites/www/pct/en/texts/pdf/pct.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2014.
- [175] _____. List of WIPO Standards, Recommendations and Guidelines. WIPO. Disponível em: <http://www.wipo.int/standards/en/part_03_standards.html>. Acesso em: 28 nov. 2014.

- [176] _____. Recommendation concerning bibliographic data on and relating to patents and SPCS. WIPO. Disponível em: <<http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/pdf/03-09-01.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2014.
- [177] INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Ministério da Indústria, Comércio e do Turismo. **Ato normativo 127/97**. 1997. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/images/stories/Ato_Normativo_127-97.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2015.
- [178] COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2002. p. 280
- [179] GIBBONS, J. D. **Nonparametric Statistical Inference**. 5. ed. Chapman and Hall/CRC, 2010. p. 650
- [180] REUTERS, T. **Full record fields**. Derwent Innovations Index. 2014. Disponível em: <http://images.webofknowledge.com.ez31.periodicos.capes.gov.br/WOKRS5161B5/help/DII/hp_full_record.html>. Acesso em: 20 nov. 2014.


APÊNDICE A. O documento de patente: formato e estrutura.

O documento de patente contém informações em formato universal, que potencialmente podem ser utilizadas na elaboração de indicadores e análise de conteúdos de patente em geral^[83]. Este formato universal provém de normas pré-estabelecidas pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual aos escritórios de patente de países signatários ao Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT)^[174]. Tais normas fornecem diretrizes para o a disposição da informação nos dados bibliográficos, contidas na folha de rosto do documento^[175,176].

Frequentemente utilizados na construção de indicadores tecnológicos, os dados bibliográficos possuem as informações dispostas de forma estruturada em campos pré-determinados pelo Acordo Internacional de Números de Identificação de Dados Bibliográficos (INID, sigla para o termo em inglês)^[175,176]. Estes campos estruturantes são dispostos por números entre parênteses e devem conter informações específicas, por exemplo, o campo (19) da Figura A.1 determina o escritório no qual o pedido foi publicado (neste caso, os EUA) enquanto que os campos (54) e (57) são destinados para o título da invenção e o resumo do relatório descritivo, respectivamente.

As demais partes do documento de patente referem-se a textos informacionais, não estruturados, que, de modo geral, incluem as reivindicações, o estado da arte (ou background), a descrição detalhada da invenção e os desenhos^[128]. Diferentemente dos campos dos dados bibliográficos, não há normas que forneçam diretrizes mundialmente padronizadas para o preenchimento, cabendo a cada escritório nacional ou regional determinar suas próprias regras. No Brasil, o Ato Normativo 127/97^[177] realiza este papel e divide o documento de patente nas seguintes partes, além da folha de rosto com os dados bibliográficos: a) título; b) campo e fundamentos da invenção; c) estado da técnica; d) sumário da invenção; e) descrição da abordagem do problema técnico; f)

listagem de figuras; g) descrição detalhada da invenção; h) exemplos (se necessário); i) desenhos (se aplicável); e j) reivindicações.



US 20090221812A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2009/0221812 A1**
Ankerfors et al. (43) **Pub. Date: Sep. 3, 2009**

(54) **METHOD FOR THE MANUFACTURE OF MICROFIBRILLATED CELLULOSE**

(75) Inventors: **Mikael Ankerfors**, Stockholm (SE); **Tom Lindstrom**, Sollentuna (SE); **Gunnar Henriksson**, Solna (SE)

Correspondence Address:
YOUNG & THOMPSON
209 Madison Street, Suite 500
ALEXANDRIA, VA 22314 (US)

(73) Assignee: **STFI- PACKFORSK AB**, Stockholm (SE)

(21) Appl. No.: **12/161,463**

(22) PCT Filed: **Jan. 31, 2007**

(86) PCT No.: **PCT/SE07/00082**
 § 371 (c)(1), (2), (4) Date: **Nov. 12, 2008**

(30) **Foreign Application Priority Data**
 Feb. 8, 2006 (SE) 0600272-9

Publication Classification

(51) **Int. Cl.**
C08B 1/00 (2006.01)
D21B 1/04 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** **536/56**; 162/24; 162/28

(57) **ABSTRACT**

A method for treatment of chemical pulp for the manufacturing of microfibrillated cellulose includes the following steps: a) providing a hemicellulose containing pulp, b) refining the pulp in at least one step and treating the pulp with one or more wood degrading enzymes at a relatively low enzyme dosage, and c) homogenizing the pulp thus providing the microfibrillated cellulose. According to a second aspect of the invention a microfibrillated cellulose obtainable by the method according to the first aspect is provided. According to a third aspect of the invention, use of the microfibrillated cellulose according to the second aspect in food products, paper products, composite materials, coatings or in rheology modifiers (e.g. drilling muds) is provided.

Fonte: USPTO.

Figura A.1 Exemplo de dado bibliográfico de um documento de patente.

APÊNDICE B. Cálculo estatístico para análise da priorização de países e organizações

A análise estatística foi conduzida com o intuito de avaliar a prioridade dada por países e organizações para cada tipo de nanocelulose. Na presente pesquisa, a análise estatística empregada foi derivado do teste Chi-Quadrado complementado com teste de hipótese com nível de significância de 10%, cujos cálculos e considerações foram efetuados com auxílio da literatura sobre estatística^[178,179].

O Chi-Quadrado é um teste não paramétrico, ou seja, não depende dos parâmetros populacionais (parâmetros de locação e escala, tais como a média e variância) para avaliar a dependência existente entre variáveis qualitativas (por exemplo, país, organização, tipo de nanocelulose, etc.). O princípio é comparar possíveis divergências entre frequências observadas e esperadas para certo evento, supondo que não haja dependência entre as variáveis. Se as diferenças entre as frequências observadas e esperadas entre as duas variáveis são pequenas, próximas à zero, pode-se considerar que não há evidências para afirmar que as variáveis são dependentes. Para a presente pesquisa, embora os países ou organizações publiquem ou depositem patentes sobre um ou mais tipos de nanocelulose (portanto há interesse por esse tipo), a ideia é verificar se há alguma prioridade ou comportamento que foge da normalidade para um tipo específico, considerando o conjunto amostral. Para facilitar a compreensão dos cálculos tome como exemplo os dados de publicação científica obtidos para os países que mais publicaram em nanocelulose da Tabela B.1. Estes dados são chamados de Observados (O_{ij}).

As variáveis País (i) e Tipo de Nanocelulose (j) podem ser consideradas independentes, pois uma ocorre independente da outra (um país não pesquisa apenas nanocelulose e um tipo de nanocelulose não depende de um único país para que haja pesquisa sobre ele). Primeiramente, faz-se, então, o somatório das publicações nas linhas e colunas da tabela. Como a soma é o número de registro

de publicação científica, é necessário realizar a soma bibliométrica, não contando documentos duplicados, que são aqueles que tratam de um ou mais tipo de nanocelulose ou foi desenvolvido em colaboração envolvendo dois ou mais países. Também não foi feita a normalização na soma. Os resultados estão na linha S_j e na coluna S_i da Tabela B.2.

Tabela B.1 Número de publicações científicas de diferentes países para os tipos de nanocelulose.

| País | Tipo de nanocelulose | | | | | | |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibrilada | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcristalina | Outros termos |
| EUA | 315 | 91 | 170 | 71 | 63 | 49 | 64 |
| China | 199 | 186 | 49 | 30 | 51 | 32 | 38 |
| Japão | 101 | 134 | 158 | 45 | 76 | 24 | 25 |
| França | 149 | 27 | 124 | 19 | 10 | 20 | 35 |
| Suécia | 84 | 56 | 103 | 76 | 41 | 16 | 61 |
| Canadá | 140 | 35 | 40 | 5 | 22 | 6 | 26 |
| R. Unido | 74 | 49 | 67 | 11 | 12 | 7 | 21 |
| Finlândia | 76 | 7 | 68 | 88 | 12 | 11 | 58 |
| Alemanha | 37 | 45 | 52 | 12 | 3 | 7 | 24 |
| Brasil | 59 | 54 | 14 | 9 | 19 | 11 | 22 |
| Coréia | 26 | 72 | 14 | 8 | 17 | 9 | 11 |
| Índia | 29 | 31 | 17 | 10 | 11 | 5 | 26 |
| Espanha | 34 | 30 | 28 | 18 | 1 | 12 | 7 |
| Austrália | 16 | 16 | 34 | 0 | 6 | 5 | 2 |
| Suíça | 25 | 3 | 21 | 20 | 10 | 0 | 7 |
| Outros | 239 | 263 | 247 | 75 | 70 | 55 | 92 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Em seguida, são calculadas as Probabilidades Marginais (P) tanto para os dados das linhas i (países) como para as colunas j (tipos de nanocelulose) conforme a Equação A e B. P_i é a probabilidade marginal para frequência das publicações do país i , P_j é a probabilidade marginal para frequência das publicações do tipo de nanocelulose j e n é o total de publicações científicas da amostra (no caso, 3458 publicações científicas). A Tabela B.3 contém os valores de P_i e P_j calculados.

$$P_i = \frac{S_i}{n} \quad (A)$$

$$P_j = \frac{S_j}{n} \quad (B)$$

Tabela B.2 Número de publicações científicas de diferentes países para os tipos de nanocelulose, incluindo o total de publicações científicas para cada país (S_i) e para cada tipo de nanocelulose (S_j).

| País | Tipos de nanocelulose | | | | | | | S_i |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|-------|
| | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibrilada | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcristalina | Outros termos | |
| EUA | 315 | 91 | 170 | 71 | 63 | 49 | 64 | 647 |
| China | 199 | 186 | 49 | 30 | 51 | 32 | 38 | 523 |
| Japão | 101 | 134 | 158 | 45 | 76 | 24 | 25 | 463 |
| França | 149 | 27 | 124 | 19 | 10 | 20 | 35 | 304 |
| Suécia | 84 | 56 | 103 | 76 | 41 | 16 | 61 | 320 |
| Canadá | 140 | 35 | 40 | 5 | 22 | 6 | 26 | 237 |
| R. Unido | 74 | 49 | 67 | 11 | 12 | 7 | 21 | 196 |
| Finlândia | 76 | 7 | 68 | 88 | 12 | 11 | 58 | 211 |
| Alemanha | 37 | 45 | 52 | 12 | 3 | 7 | 24 | 145 |
| Brasil | 59 | 54 | 14 | 9 | 19 | 11 | 22 | 158 |
| Coréia | 26 | 72 | 14 | 8 | 17 | 9 | 11 | 139 |
| Índia | 29 | 31 | 17 | 10 | 11 | 5 | 26 | 103 |
| Espanha | 34 | 30 | 28 | 18 | 1 | 12 | 7 | 99 |
| Austrália | 16 | 16 | 34 | 0 | 6 | 5 | 2 | 68 |
| Suíça | 25 | 3 | 21 | 20 | 10 | 0 | 7 | 63 |
| Outros | 239 | 263 | 247 | 75 | 70 | 55 | 92 | 838 |
| S_j | 1193 | 896 | 890 | 350 | 320 | 205 | 381 | 3458 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

O próximo passo é o cálculo da frequência esperada (E_{ij}) de publicações científicas entre cada país e tipo de nanocelulose, conforme Equação C. P_{ij} é a probabilidade de ocorrência de uma publicação sobre o tipo de nanocelulose j por um país i . A Tabela B.4 contém os resultados dos cálculos.

$$E_{ij} = n * P_{ij} = n * P_i * P_j \quad (C)$$

Tabela B.3 Probabilidade marginal de ocorrência de publicações científicas de cada país (P_i) e tipo de nanocelulose (P_j).

| País | Tipos de nanocelulose | | | | | | | S_i | P_i |
|-----------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|
| | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibril. | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcrist. | Outros termos | | |
| EUA | 315 | 91 | 170 | 71 | 63 | 49 | 64 | 647 | 0,19 |
| China | 199 | 186 | 49 | 30 | 51 | 32 | 38 | 523 | 0,15 |
| Japão | 101 | 134 | 158 | 45 | 76 | 24 | 25 | 463 | 0,13 |
| França | 149 | 27 | 124 | 19 | 10 | 20 | 35 | 304 | 0,09 |
| Suécia | 84 | 56 | 103 | 76 | 41 | 16 | 61 | 320 | 0,09 |
| Canadá | 140 | 35 | 40 | 5 | 22 | 6 | 26 | 237 | 0,07 |
| R. Unido | 74 | 49 | 67 | 11 | 12 | 7 | 21 | 196 | 0,06 |
| Finlândia | 76 | 7 | 68 | 88 | 12 | 11 | 58 | 211 | 0,06 |
| Alemanha | 37 | 45 | 52 | 12 | 3 | 7 | 24 | 145 | 0,04 |
| Brasil | 59 | 54 | 14 | 9 | 19 | 11 | 22 | 158 | 0,05 |
| Coréia | 26 | 72 | 14 | 8 | 17 | 9 | 11 | 139 | 0,04 |
| Índia | 29 | 31 | 17 | 10 | 11 | 5 | 26 | 103 | 0,03 |
| Espanha | 34 | 30 | 28 | 18 | 1 | 12 | 7 | 99 | 0,03 |
| Austrália | 16 | 16 | 34 | 0 | 6 | 5 | 2 | 68 | 0,02 |
| Suíça | 25 | 3 | 21 | 20 | 10 | 0 | 7 | 63 | 0,02 |
| Outros | 239 | 263 | 247 | 75 | 70 | 55 | 92 | 838 | 0,24 |
| Soma | 1193 | 896 | 890 | 350 | 320 | 205 | 381 | 3458 | - |
| P_j | 0,34 | 0,26 | 0,26 | 0,10 | 0,09 | 0,06 | 0,11 | - | - |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Tabela B.4 Frequência esperada (E_{ij}) de publicações científicas para cada país em função do tipo de nanocelulose.

| País | Tipos de nanocelulose | | | | | | |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibrilada | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcristalina | Outros termos |
| EUA | 223,2 | 167,6 | 166,5 | 65,5 | 59,9 | 38,4 | 71,3 |
| China | 180,4 | 135,5 | 134,6 | 52,9 | 48,4 | 31,0 | 57,6 |
| Japão | 159,7 | 120,0 | 119,2 | 46,9 | 42,8 | 27,4 | 51,0 |
| França | 104,9 | 78,8 | 78,2 | 30,8 | 28,1 | 18,0 | 33,5 |
| Suécia | 110,4 | 82,9 | 82,4 | 32,4 | 29,6 | 19,0 | 35,3 |
| Canadá | 81,8 | 61,4 | 61,0 | 24,0 | 21,9 | 14,1 | 26,1 |
| R. Unido | 67,6 | 50,8 | 50,4 | 19,8 | 18,1 | 11,6 | 21,6 |
| Finlândia | 72,8 | 54,7 | 54,3 | 21,4 | 19,5 | 12,5 | 23,2 |
| Alemanha | 50,0 | 37,6 | 37,3 | 14,7 | 13,4 | 8,6 | 16,0 |
| Brasil | 54,5 | 40,9 | 40,7 | 16,0 | 14,6 | 9,4 | 17,4 |
| Coréia | 48,0 | 36,0 | 35,8 | 14,1 | 12,9 | 8,2 | 15,3 |
| Índia | 35,5 | 26,7 | 26,5 | 10,4 | 9,5 | 6,1 | 11,3 |
| Espanha | 34,2 | 25,7 | 25,5 | 10,0 | 9,2 | 5,9 | 10,9 |
| Austrália | 23,5 | 17,6 | 17,5 | 6,9 | 6,3 | 4,0 | 7,5 |
| Suíça | 21,7 | 16,3 | 16,2 | 6,4 | 5,8 | 3,7 | 6,9 |
| Outros | 289,1 | 217,1 | 215,7 | 84,8 | 77,5 | 49,7 | 92,3 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

A frequência esperada (E_{ij}), que são os números de publicações científicas estimados supondo independência entre as variáveis, segue uma distribuição binomial, cuja variável aleatória assume os valores $X = \{0,1,2,\dots,n\}$. A distribuição Binomial pode ser razoavelmente aproximada por uma distribuição de probabilidade contínua normal, com média E_{ij} e desvio padrão $\sqrt{E_{ij}}$ quando $E_{ij} \geq 5$. Para o presente estudo, não ocorreram nenhum caso calculado na Tabela B.4. Se tivesse ocorrido, eles seriam descartados. Assim, o próximo passo é aproximar a distribuição binomial obtida para uma distribuição normal, por meio do cálculo da probabilidade estatística (Z_{ij}), conforme Eq. D. O_{ij} são do que os dados da Tabela B.1 e E_{ij} são os dados da Tabela B.4. A variância (σ^2) foi calculada de acordo com a Eq. E e a Tabela B.5 contém os resultados.

$$Z_{ij} = \frac{(O_{ij}-E_{ij})}{\sigma} \quad (D)$$

$$\sigma^2 = n * P_{ij}(1 - nP_{ij}) = E_{ij} \quad (E)$$

Tabela B.5. Probabilidade estatística (Z_{ij}) calculada.

| País | Tipos de nanocelulose | | | | | | |
|-----------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Celulose microfibrilada | Nanofibrilas de celulose | Nanofibras de celulose | Celulose microcristalina | Outros termos |
| EUA | 0,82 | -0,91 | 0,04 | 0,17 | 0,10 | 0,56 | -0,20 |
| China | 0,21 | 0,75 | -1,27 | -0,87 | 0,11 | 0,06 | -0,68 |
| Japão | -0,74 | 0,23 | 0,65 | -0,08 | 1,55 | -0,25 | -1,02 |
| França | 0,84 | -1,31 | 1,17 | -0,77 | -1,29 | 0,22 | 0,09 |
| Suécia | -0,48 | -0,65 | 0,50 | 2,69 | 0,77 | -0,31 | 1,46 |
| Canadá | 1,42 | -0,86 | -0,69 | -1,58 | 0,01 | -1,15 | -0,01 |
| R. Unido | 0,19 | -0,07 | 0,66 | -0,89 | -0,68 | -0,80 | -0,06 |
| Finlândia | 0,09 | -1,74 | 0,50 | 6,24 | -0,77 | -0,24 | 2,99 |
| Alemanha | -0,52 | 0,40 | 0,79 | -0,36 | -1,55 | -0,37 | 1,00 |
| Brasil | 0,16 | 0,64 | -1,31 | -0,87 | 0,60 | 0,35 | 0,53 |
| Coréia | -0,92 | 2,00 | -1,22 | -0,86 | 0,64 | 0,18 | -0,56 |
| Índia | -0,37 | 0,32 | -0,72 | -0,08 | 0,31 | -0,36 | 2,58 |
| Espanha | -0,01 | 0,34 | 0,20 | 1,59 | -1,78 | 2,09 | -0,72 |
| Austrália | -0,64 | -0,18 | 1,89 | -2,00 | -0,09 | 0,48 | -1,47 |
| Suíça | 0,30 | -1,63 | 0,59 | 4,27 | 1,43 | -2,00 | 0,02 |
| Outros | -0,35 | 0,42 | 0,29 | -0,23 | -0,19 | 0,21 | -0,01 |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

O último passo foi a realização de um teste de Hipótese para saber se o país i tem prioridade ou não sobre determinado tipo de nanocelulose j . O teste envolveu a comparação entre o valor da probabilidade calculada (Z_{ij}) com o valor da probabilidade correspondente à distribuição normal tabelado (Z), para nível de significância de 10% ($Z = 1,28$):

- $H_0: Z_{ij} < Z_{10\%}$
- $H_1: Z_{ij} \geq Z_{10\%}$

Se a condição H_1 for satisfeita, então se pode afirmar que há evidência estatística de dependência entre as variáveis com nível de significância de 10%, ou seja, que o país i prioriza as pesquisas sobre o tipo de nanocelulose j . Se a condição H_0 for satisfeita, nada pode ser afirmado que há relação entre as variáveis, pois não houve evidência estatística. Dessa forma, não se pode afirmar se houve priorização.

APÊNDICE C. Tesouro de tratamento de termos para os principais tipos de nanocelulose

Tabela C.1. Expressão regular dos tipos de nanocelulose para o tratamento de termos extraídos de textos.

| Tipo de nanocelulose | Expressões regulares |
|--------------------------|--|
| Celulose bacteriana | . *bacterial cellulose(e ic). * . *microorganism-produced cellulose . *bacterial cellulosome. * . *bacterial nanofiber. * . *BNC. * . *biosynthetic cellulose(e ic). * . *gluconacetobacter xylinus cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic)[a-z-]*bacterial. * BC\$ isoletade BC\$. *microbial cellulose(e ic). * . *microbially-derived cellulose(e ic). * |
| Celulose microfibrilada | . *cellulose(e ic) microfibril. * . *microfibrillated cellulose. * . *micro(-) fibrillated cellulose. * . *cellulose(e ic) micro-fibril. * . *micro fibril cellulose(e ic). * . *microfibril cellulose(e ic). * microfibril cellulose . *microfibrillar cellulose(e ic). * . *MFC. * . *cellulose(e ic) [a-z]* [a-z]* [a-z]* microfibrillar. * . *cellulose(e ic) fibril. * . *macrofibrillated cellulose(e ic). * |
| Nanofibrilas de celulose | . *cellulose(e ic) nanofibril. * . *nanofibrillated cellulose. * . *nanofibrillar cellulose(e ic). * . *nano-fibrillar cellulose(e ic). * . *nano(-) fibrillated cellulose. * . *cellulose(e ic) nano-fibril. * |
| Celulose microcristalina | . *cellulose(e ic) microcr.stal. * . *cellulose(e ic) micro-cr.stal. * . *cellulose(e ic)-microcr.stalline. * . *microcr.stalline cellulose(e ic). * . *micro(-) cr.stalline cellulose(e ic). * . *microcrist.lline cellulose(e ic). * . *microcrystalline cellulose(e ic). * . *micro(-fine crystal fibrinous)cellulose(e ic). * |
| Nanofibras de celulose | . *cellulose(e ic) nanofiber. * . *cellulose(e ic) nanofibre. * . *cellulose(e ic) nanocrystal. * . *nanocrystalline cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) whisker. * . *cellulose(e ic) nanowhisker. * . *cellulose(e ic) nano(-) whisker* . *cellulose(e ic) nano-crystal* . *nano-crystalline cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) nano(-) fiber. * . *cellulose(e ic) nano(-) fibre. * |
| Nanocristais de celulose | . *cellulose(e ic) nanocrystal. * . *nanocrystalline cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) whisker. * . *cellulose(e ic) nanowhisker. * . *cellulose(e ic) nano(-) whisker* . *cellulose(e ic) nano-crystal* . *nano-crystalline cellulose(e ic). * . *(NCC CNC). * . *nano(-)crystal particle/cellulose(e ic). * cellulose(e ic) crystal. * crystalline cellulose(e ic). * crystalline [a-z]* cellulose(e ic). * cellulose(e ic) [a-z]* crystal. * |
| Outros termos | . *microfine cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) microfiber. * . *cellulose microtubule. * . *cellulose(e ic) nanofilament. * . *cellulose(e ic) nanotubule. * . *cellulose(e ic) nanometer. * . *nano-dispersed cellulose(e ic). * . *nanocellulose(e ic). * . *nano-cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) nanoparticle. * . *nanoparticled cellulose(e ic). * . *nanoparticle cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) nano-particle. * . *nano-particl* cellulose(e ic). * . *nanosized cellulose(e ic). * . *nano-sized cellulose. * . *nanosized [a-z]* [a-z]* cellulose(e ic). * . *cellulose(e ic) nanofiller. * . *cellulose(e ic) nano-filler. * . *algal cellulose. * . *cyanobacterium [a-z].* cellulose(e ic). * . *tuncate cellulose(e ic). * |

OBS.: Os termos estão escrito em expressão regulares. A expressão “. *” significa “qualquer palavra ou expressão que contenha qualquer caractere”.

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D. Expressões regulares empregadas no tratamento das reivindicações

Quadro D.1. Expressões textuais utilizadas como marcadores para separar as reivindicações independentes das dependentes.

| |
|--|
| claim |
| clam |
| as set forth in [0-9]{1,3} |
| according to [0-9]{1,3} |
| according to item [0-9]{1,3} |
| according [0-9]{1,3} |
| as claimed in [0-9]{1,3} |
| as claimed [0-9]{1,3} |
| in accordance with [0-9]{1,3} |
| as in [0-9]{1,3} |
| as defined in [0-9]{1,3} |
| defined by [0-9]{1,3} |
| defined in [0-9]{1,3} |
| produced by [0-9]{1,3} |
| prepared by [0-9]{1,3} |
| as set forth in [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| according to [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| according to items [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| according [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| as claimed in [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| as claimed [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| in accordance with [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| as in [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| as defined in [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| defined by [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| defined in [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| produced by [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |
| prepared by [0-9]{1,3}(and or to - - - through)[0-9]{1,3} |

OBS.: As expressões textuais estão apresentadas como expressões regulares.

Fonte: Manual para Escrita de Patente^[128] e observações do autor nos textos das reivindicações.

Quadro D.2. Expressões textuais utilizadas como marcadores para separar o preâmbulo do corpo da reivindicação.

| | |
|-----------------------|----------------|
| comprising | where |
| comprise | in which |
| including | which |
| containing | whose |
| characterized by | having |
| characterized in that | combination of |
| characterized for | expressing |
| characterize by | capable of |
| consisting of | by combining |
| wherein | |

Fonte: Manual para Escrita de Patente^[128] e observações do autor nos textos das reivindicações.

APÊNDICE E. Termos associados às principais classes de polímeros

a) Polímeros de Cadeia Carbônica

Quadro E.1 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliolefinas.

| | |
|---|------------------------------------|
| polyolefin | polypropylene fibers |
| polyolefins | polypropylene-based |
| polyolefin fibers | carboxy polymethylene |
| polyolefin resins | carboxypolymethylene |
| polyolefin wax | outer layers polyolefin |
| polyethylene | high-density polyethylene plastics |
| polyethylene fiber | hydrophilic polyethylene-based |
| polyethylene wax | polyethylene film |
| polypropylene | polyethylene sheet paper |
| Polyolefin POF | polyethylene terephthalate |
| polyethene PE | polyethylene-based |
| ethylene copolymers | polycarboxylat |
| poly(olefinic alcohol)s | polycarboxylates |
| polyethylene solid sponge material | polypropylene/ethylene copolymer |
| polyisobutene | polypropylene |
| polyisobutylene | polypropylene film |
| polyolefin fiber glass fiber | polymethylpentene |
| polypropylene emulsions | polymaleic acid |
| polyethylene derivatives | hydrocarbon polymer |
| polyethylene resin | polyolefin copolymer |
| polyethylene-polyester | polyolefin polymer |
| polyethylene-stretched polypropylene | polypropylene alcohol |
| ultrahigh molecular weight polyethylene | polypropylene-polyester |
| polybutylene | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.2 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliestirenos e suas modificações.

| | |
|---|---|
| polystyrene | styrene- thermoplastic elastomer |
| styrene-ethylvinylbenzene-divinylbenzene terpolymer | styrene/maleic acid copolymer |
| polystyrene sulfonic acid | styrene-butadiene rubber latex |
| polystyrenesulfonic acid | styrene-butyl acetate |
| butadiene-styrene rubber | styrene-diene AB block copolymers |
| alpha-methyl-p-pentylstyrene | styrene-diene copolymers |
| alpha-methylstyrene | styrenesulfonic acid |
| chloromethylstyrene | sulfonated styrenes |
| chlorostyrene | styrene-diene copolymer |
| ethylstyrene ethylvinylbenzene | 4-n-butylstyrene |
| least styrene- thermoplastic elastomer | 4-n-decylstyrene |
| methylstyrene | p-methylstyrene |
| modified styrene | polystyrene copolymers |
| oligostyrene | polystyrene sulfonate |
| oligostyrene sulfonic acid | polystyrene sulfonic acid substrate |
| pentylstyrene | styrene-alkane-styrene block copolymer |
| poly(4-styrene sulfonate) PSS | styrene-diene A-B block copolymers |
| poly(styrenesulfonate) | styrene-diene block copolymers |
| sodium polystyrene sulfonate | styrene-olefin-styrene |
| styrene | t-butoxystyrene |
| styrene butadiene | t-butylstyrene |
| styrene butyl rubber | styrenic polymeric material |
| styrene isoprene | styrene-ethylvinylbenzene-divinylbenzene terpolymer |
| acrylonitrile-butadiene-styrene ABS | poly(sodium 4-vinylstyrene sulfonate) |
| polystyrene particles | polychloroprene |
| styrene copolymer | polyisoprenes |
| styrene-butadiene diblock copolymer | synthetic polyisoprene |
| styrene-divinylbenzene copolymer | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.3 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros dienos e suas modificações

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Polybutadiene | polyisopropene |
| polybutadiene styrene | butadiene |
| natural rubber | diene copolymer |
| latex polymer | diene polymer |
| liquid butadiene-styrene copolymer | diene rubbers |
| liquid isoprene-butadiene copolymer | polybutadiene component |
| liquid isoprene-styrene copolymer | polybutadiene. natural rubber |
| polyisobutylene isoprene copolymer | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.4. Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros vinílicos e suas modificações.

| | |
|--|--|
| aqueous polyvinyl alcohol | polyvinyl sulfonic acid |
| ethylene vinylalcohol copolymer | polyvinylacetat |
| ethylene/vinyl acetate copolymers | polyvinylacetate |
| ethylenevinyl alcohol copolymer | polyvinylalcohol |
| poly co-(methylvinyl ether/maleic anhydride) | polyvinyl-alcohol-based fibers |
| poly vinyl alcohol PVA | polyvinyl-alcohol-based film |
| poly vinyl alcohol PVA polymer | polyvinylamine |
| poly vinyl alcohol PVOH | polyvinylchloride |
| poly vinyl methyl ether | polyvinylfluoride |
| poly(ethylene-co-vinyl acetate) EVA | polyvinylidene chloride PVdC |
| poly(para-phenylene vinylene) | polyvinylidene chloride-vinyl chloride copolymer |
| poly(vinyl alcohol) | polyvinylidene fluoride |
| poly(vinyl alcohol) fiber | polyvinylidene fluoride |
| poly(vinyl chloride) fiber | vinila polymers |
| poly(vinylamine-co-vinylformamide) | vinyl alcohol copolymer |
| poly(vinylcarboxylic acid) | Vinyl Dimethicone/Methicone Crosspolymer |
| poly(vinylidene chloride) fiber | vinyl polymers |
| polyethylene vinylacetate | vinylcaprolactam copolymers |
| polymethyl vinyl ether | water-soluble carboxyvinyl polymer |
| polyvinyl acetate | carboxy vinyl polymer |
| polyvinyl acetic acid | carboxyvinyl copolymer |
| polyvinyl alcohol | cross-linked polyvinyl alcohol |
| polyvinyl alcohol coated ramipril particles | hydrogel polyvinyl alcohol PVA present |
| polyvinyl alcohol coating | hydrolysed polyvinyl acetate |
| polyvinyl alcohol PVA | hydrolysed polyvinyl acetate PVAc |
| polyvinyl alcohol-acrylic acid-methyl methacrylate copolymer | ethylene-vinyl acetate copolymer |
| polyvinyl alcohol-polyethylene glycol copolymer | nanofibers PolyVinyl Alcohol PVA |
| polyvinyl alcohol-polyethylene glycol graft copolymer | non-hydrolysed polyvinyl acetate |
| polyvinyl amine | poly(ethylene vinyl acetate) |
| polyvinyl caprolactam | poly(vinyl chloride) |
| polyvinyl chloride | polyvinyl alcohol coated ramipril particulates |
| polyvinyl chloride PVC | polyvinylacetate-polyvinylalcohol copolymers |
| polyvinyl derivative | polyvinylalcohol PVA |
| polyvinyl phosphonic acid | uncross-linked vinyl acetate/crotonic acid copolymers |
| polyvinyl pyridine | water-dispersible polycarboxylated vinyl polymer |
| poly vinyl alcohol | vinyl acetate polymer |
| vinyl polymer | vinyl acetates copolymers |
| hydrolysed vinyl acetate polymer | vinyl alcohol polymer |
| hydrolyzed vinyl acetate polymer | vinyl aromatic copolymer |
| reinforced composite film 90% polyvinyl alcohol | vinyl aromatic polymer |
| crosslinked polyvinyl alcohol | water-soluble fiber raw material water-soluble polyvinyl alcohol |
| hydrolyzed polyvinyl acetates | water-soluble polyvinyl alcohol |
| non-hydrolyzed polyvinyl acetate | poly(vinyl acetate) latex |
| polyvinyl aceate | poly(1-vinyl-3-butylimidazolium) bromine |
| polyvinyl alcohol derivative | poly(1-vinyl-3-methylimidazolium)chloride |
| polyvinyl propylene | poly(vinyl tetraethylphosphonium)bromide |
| poly(4-vinylpyridium) | polyvinyl trimethylammonium chloride/bromide |
| polyvinyl acetate phthalate PVAP | polyvinylamine hydrochloride |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.5 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de acrilonitrilas e suas modificações.

| | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| acrylonitrile copolymer | polyacrylonitrile fiber |
| polyacrylonitrile | polyacrylonitrile-acrylamide |
| polyacrylonitrile | polynitriles |
| polyacrylonitrile | Hypan polymer |
| polyacrylonitrile PAN | scaffold layers polyacrylonitrile |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.6 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros acrílicos e suas modificações.

| | |
|--|--|
| acrylate polymers | methacrylic acid copolymer |
| acrylic polyurethanes starting | methacrylic acid divinylbenzene copolymer salts |
| polymethyl methacrylate | methacrylic acid ethyl acrylate copolymer |
| polyacrylamide | methacrylic acid polymers |
| poly acrylamide | methacrylic acid/acrylic acid ester copolymer |
| polyacrylamide PAM | methacrylic acid/methacrylic acid ester copolymer |
| acrylamide polymer | methacrylic acid-based polymer |
| acrylamide copolymers | methacrylic acid-ethyl methacrylate-copolymer |
| acrylamide derivative polymer | methacrylic copolymers Eudragit.RTM |
| acrylamide/acrylic acid metal salt copolymer | methacrylic polymers |
| acrylamide-metal acrylate copolymer | methacrylic acid copolymer |
| acrylate copolymers | methacrylic acid-ethyl acrylate copolymer 1 |
| acrylate/alkyl acrylate crosspolymer | methyl methacrylate copolymers |
| acrylates/alkyl acrylate copolymer | pentaerytritol acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymers |
| Acrylates/Ceteth-20 Itaconate Copolymer | poly(ethyl acrylate) |
| acrylic acid copolymer | poly(hydroxy ethyl acrylate) |
| acrylic acid ester copolymer | poly(hydroxy ethyl methacrylate) |
| acrylic acid/acrylamide copolymer | poly(meth)acrylic acid esters |
| acrylic acid/methyl methacrylate copolymer | poly(methacrylic acid-co-ethylacrylate) copolymer |
| acrylic acid/polyethylene glycol copolymer | poly(methoxyethoxyethyl methacrylate) |
| acrylic polymers Eudragit.RTM | poly(methoxyethyl methacrylate) |
| acrylic acid copolymers | poly(N-isopropylacrylamide) |
| ethylene-acrylic acid copolymers | polyacryl hydrazide |
| poly-acrylic acid | polyacrylamide/polyacrylic acid ester compound copolymer |
| poly(acrylic acid) | polyacrylamide-poly(acrylic acid ester) copolymer |
| polyacryl acid | polyacrylamido methylpropane sulfonic acid |
| acrylic polymer | polyacrylamidopropyl trimethyl ammonium hydroxide |
| acrylate copolymer | polyacrylamine |
| polyacrylic acid PAA | polyacrylhydrazide |
| polyacrylic acid derivatives | polyacrylic acid/butyl acrylate copolymer |
| polyacrylic acid polymer | polyacrylic ester |
| polyacrylic acid | polycyanoacrylate |
| polyacrylic fibers | polycyanoacrylate |
| polyacrylates | polyethylacrylate |
| polyacrylate | polyglycidyl(meth)acrylate |
| acrylic acid polymers | polyhema polymer |
| acrylic polymer fiber | polymethacrylates |
| acryl resin | polymethacrylate |
| poly(hydroxyethyl methacrylate) | polymethacrylate-type polymer |
| poly(hydroxyethyl methacrylate) PHEMA | polymethacrylic acid |
| meth acrylic resin | Polymethyl methacrylate PMMA |
| acryloyldimethyltaurate copolymer | polymethylmethacrylate |
| acryloyldimethyltaurate crosspolymer | quaternized dimethylaminoethyl methacrylate copolymers |
| acrylamides copolymers | sodium acrylate polymer |
| methacrylate resin | sodium acrylates copolymers |
| polyethyleneglycol acrylates | carbomer homopolymer |
| polyethyleneglycol diacrylate | Carbomer Copolymer |
| polyethyleneglycol dimethylacrylate | Carbomer Interpolymer |
| polyethyleneglycol methacrylates | carbomer polymers |
| polyethylene glycol monomethacrylate | carbomers acrylic/methacrylic acid copolymer |
| polythylene glycol monoacrylate | cross-linked poly(acrylic acid) |
| poly ehtylacrylate | crosslinked poly(acrylic acid)s |
| alkyl acrylate copolymer | cross-linked polyacrylamide |

| | |
|--|---|
| alkyl acrylate crosspolymer alkylamino acrylate copolymers amino-alkylmethacrylate copolymer Ammonio Methacrylate Copolymer Ammonio Methacrylate Copolymer type B USP ammonio-metacrylate copolymers ammoniomethacrylate copolymers copolymer/crosspolymer acryloyldimethyltaurates copolymers/crosspolymers acryloyldimethyltaurates e hydrophilic gums cross linked acrylic acid polymers crosslinked acrylic acid-based polymers crosslinked poly(acrylic acid) crosslinked polyacrylic acid polymers diallyl quaternary ammonium salt acrylamide copolymers ethyl acrylate copolymers ethyl acrylate-methyl methacrylate copolymers ethyl acrylate-methylmethacrylate copolymers hydrophobically modified acrylate copolymers meth acrylic acid dimethylaminoethyl copolymer meth acrylic acid.methyl(meth)acrylate copolymer meth acrylic co polymer derivatives methacrylamidopropyl trimethylammonium chloride copolymers methacrylate copolymer methacrylic acid based copolymer acrylates/C.sub.10-30 alkyl methacrylate copolymer acrylates/octylacrylamide copolymer alkyl methacrylate acid copolymers methacrylic acid-methylmethacrylate copolymers methyl methacrylate crosspolymer sodium polyacrylate sodium polyacrylate polymers Ammonio Methacrylate Copolymer Type B butylmethacrylate copolymer dimethylaminoethylacrylate/ethylmethacrylate copolymer dimethylaminoethylacrylate/ethylmethacrylatecopolymer ethylmethacrylate/chlorotrimethylammoniummethyl methacrylate copolymer | crosslinked polyacrylates cross-linked polyacrylates crosslinked polyacrylic acid cross-linked polyacrylic acid crosslinked polymethyl methacrylates poly(2-hydroxyethyl-acrylate) poly(2-hydroxyethylmethacrylate) poly(alkylcyanoacrylates) hydroxylated acrylic resin low-elasticity acrylic resin methacrylic acid polymer Methacrylic Acid Polymer Eudragit L100 pH independent polymethacrylates methylmethacrylate copolymer poly(hydroxyalkyl methacrylate) poly(methyl methacrylate) polyacrylic acid copolymers polyacrylic acid derivative polymethacrylamides polymethacrylate polymers polymethacrylic acid derivatives polymethacrylates sodium poly-acrylate methylmethacrylate copolymer methacrylate-methacrylic acid copolymers methyl ethacrylate crosspolymer methyl methylacrylate copolymer poly(meth)acrylates polyethylene glycol monoacrylate USP/NF Ammonio Methacrylate Copolymer USP/NF Ammonio Methacrylate Copolymer Type B water insoluble cross linked polyacrylic acid copolymers acrylic acid polymer polyacrylic acid esters polymethacrylic acid esters |
|--|---|

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.7 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de resinas fenólicas.

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| thermoset phenolic | powdered phenolic resins |
| phenol resins | liquid phenolic resins |
| phenol-formaldehyde resin | polyphenol |
| phenolics | supporting polyphenols |
| group liquid phenolic resins | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.8 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros fluorados e suas modificações.

| | |
|--|--|
| fluoropolymers hydrophobic fluoropolymer membrane poly(fluorene)s polychlorotrifluoroethylene polyfluoroethylenepropylene polyperfluoromethylisopropylether montan wax polyterephthalic acid polytetrafluorethene PTFE polytetrafluoroethylene polytetrafluoroethylene cladding polyvinylidene fluoride polyvinylidene fluoride substrate poly(propylene-tetrafluoroethylene) perfluoroalkoxy polymer resin | polytetrafluoroethylene polytetrafluoroethylene polytetrafluoroethylene fiber polytetrafluoroethylene modified polyethylenes polytetrafluoroethylene PTFE tetrafluoroethylene TFE copolymers nonbiodegradable polytetrafluoroethylene PTFE fluoropolymer perfluoropolyether poly(tetrafluoroethylene) polyperfluoroether elastomers fluorinated polymers fluorinated polyolefins fluoropolymer matrix |
|--|--|

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.9 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros quimicamente modificados.

| | |
|--|--|
| maleated polypropylene MAPP | copolymer PVM/MA |
| maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin | poly-co-(methyl vinyl ether-malefic anhydride) polyelectrolyte |
| phosphorylated polymer | polyelectrolyte complex |
| carboxyvinyl polymers | cationic polyelectrolyte |
| carboxy-vinyl polymers | polyethylenesulfonic acid |
| cross-linked carboxy-functional polymer | polypropylene fumarate PPF |
| crosslinked sodium polyacrylate polymer | poly(propylene fumarate) PPF |
| dimethyldiallylammonium chloride copolymers | poly(propylfumerates) |
| isobutylene/ethylmaleimide/hydroxyethyl maleimide copolymer | resulting maleic anhydride graft poly(ethylene-octene) copolymer resin |
| isobutylene-maleic anhydride copolymer | polyDADMAC |
| isobutylene-maleic anhydride crosslinked copolymer | polydiallyl dimethyl ammonium hydroxide |
| maleic anhydride polymers | polydiallyldimethylammonium compounds |
| methyl maleate copolymer | modified polyethylenes |
| methyl vinyl ether/maleic anhydride copolymer | |
| methyl vinyl ether/maleic anhydride | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

b) Polímeros de Cadeia Heterogênia

Quadro E.10 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliésteres insaturados e suas modificações.

| | |
|---|--|
| unsaturated polyester | polyglycerol fatty acid ester |
| unsaturated polyester resins | polyglyceryl monoesters |
| thermoset polyester | polyglyceryl oleate |
| diaryl phthalate resins | polyglyceryl-10 mono dioleate |
| vinyl ester resins | polyglyceryl-2 dipolyhydroxystearate |
| phthalate-based enteric polymer | polyglyceryl-3 methylglucose distearate |
| poly orthoester | polyol alkyl |
| polyalkoxylated alkylphenol phosphate ester | polyorthoester |
| polycarbonyl polyglycol ester | poly(ortho esters) |
| polyglyceride | unsaturated polyester poly(propylene glycol-co-fumaric acid) PPF |
| Polyglycerines | unsaturated polyester-based resin |
| polyglycerol | polyglycerol esters |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.11 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliésteres saturados e suas modificações.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Polycarbonate | poly DTH iminocarbonate |
| biodegradable polycarbonates | poly(iminocarbonate) |
| polycarbonate/glass fiber | poly(ester carbonate) |
| polyethylene terephthalate | poly(ethylene oxide-co-propylene oxide) |
| poly(ethylene terephthalate) | polybutylene terephthalate |
| polyethylene terephthalate PET | polycarbonate/ABS alloy |
| polyethylene terephthalate polyesters | polycarbonate/acrylic alloy |
| polyethylene-terephthalate-based | polycarbonate/copolyester |
| poly(ethylene phthalate) fiber | polyesteric carbonate |
| poly(ethylene terephthalate) | polytrimethylene terephthalate |
| poly(ethylene naphthalate) | polyethylene terephthalate polyesters |
| polyvinyl acetate phthalate | polyester/polycarbonate copolymer |
| polyvinylacetate phthalate | tyrosine-based polycarbonate |

| | |
|--|-----------------------------------|
| carboxyl terminated synthetic liquid isoprene-styrene rubber | amino acid-derived polycarbonates |
|--|-----------------------------------|

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.12 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de ácido policarbolícos e suas modificações.

| | |
|--------------------------|--|
| polycarboxylic acids | poly-carboxylic acid |
| carboxylic acid polymers | carboxylic acid/carboxylate copolymers |
| polyol/carboxylic acid | poly(buthanediol spermate) |
| aminopolycarboxylates | aminopolycarboxylic acid |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.13 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliuretanos e polímeros baseados em reações de isocianatos.

| | |
|---|--|
| polyurethane | blocked polyisocyanate |
| biodegradable polyurethanes | closed-cell polyurethane foam |
| biopolyurethanes poly(lactic acid PLA | crosslinkable two-component polyurethane system |
| thermoset polyurethane | non-biodegradable polyurethanes |
| polyurethane foam | parts polyurethane foam |
| polyurethane foam matrix | polyurethane fiber |
| open-cell polyurethane foam | polyurethane foam coating |
| polyurethane fibers | polyurethane foam coating covers |
| polyurethane hydrogels | polyurethane foam precursors |
| polyurethane particles | polyurethane PU |
| polyurethane systems | polyurethane rubber |
| polymeric diphenylmethane diisocyanate pMDI | silanized polyurethanes |
| thermoset polyurethane | termite-displaceable polyurethane foam |
| urethane resins | termite-displaceable water resistant polyurethane foam |
| polyisocyanate | thermoplastic polyurethane |
| polyurethanes starting | bio-based polyurethanes |
| polyurethane-2 | termite-displaceable polyurethane foam matrix |
| polyurethanes-34 | termite-displaceable water resistant polyurethane foam coating |
| polyurethanes-35 | water resistant polyurethane foam matrix |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.14 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de resinas epóxi e suas modificações.

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| thermoset epoxy | epoxy modified acrylic type polymer |
| epoxy | epoxidized polyamine-polyamide resin |
| epoxy resin | epoxy/polyamide systems |
| thermoset epoxy vinyl ester | low-elasticity epoxy resin |
| epoxy modified acrylic polymer | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.15 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliéteres e suas modificações

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| polyethylene oxide PEO | polyoxyethylated saccharides |
| polyethylene oxide PEO polymer | polyoxyethylenated oils |
| polyethylene oxide | polyoxy-ethylene |
| poly(ethylene oxide) | polyoxyethylene alkyl ethers |

| | |
|---|---|
| <p> polyoxyethylene polyethylene glycol polyethyleneglycol poly(ethylene glycol) PEG branched polyethylene glycol PEG functionalized poly(ethylene glycol) polyethylene glycol MW polyethylene glycol PEG -based reagents polyethylene glycol PEG polyethylene glycol ether polyoxyethylene 40 polyoxyethylene derivative polyoxyethylene polymers polypropylene glycolpolyethyleneglycol ethylene oxide/propylene oxide copolymers PEG crosspolymer PEG-PPG copolymers PEO-PPO-PEO triblocks copolymer poly(propylene glycol) poly(propylene glycol-co-fumaric acid) poly(propylene oxide) poly(propylene oxide) PPO poly[(phenyl glycidyl ether)co-formaldehyde] polyalkylene oxides polyalkylene glycol polyalkylene oxide polyethylene glycol alginate polyethylene glycol fatty acid esters polyethylene glycol methacrylate copolymers polyethylene glycol monoesters polyethylene glycol sorbitan fatty acid esters polyethylene glycol-15-hydroxystearate polyethylene glycol-4000 polyethylene glycol-dimethacrylate PEG-DMA polyethylene glycol-polypropylene glycol copolymer polyethylene glycol-silicone elastomers polyethyleneglycol esters polyethyleneglycol glyceryl esters polyethyleneoxide polyethylglycol polyglycol polyglycol polyamine condensates polyglycol tridecyl alcohol ethers poly(alkylene oxide)s polyoxazolines polyoxy ethylene monostearate polyoxyalkylene polyoxyalkylene derivative polyoxyalkylene ether polyoxyethylated compounds polyoxyethylated fatty acid PEG-75 stearate polyoxyethylated fatty acids polyether poly(ethylene oxide)-block-polycaprolactone poly(ethylene glycol)-block-poly(e-caprolactone) methyl ether alkylene oxide copolymer alkylene oxide polymer ethylene oxide copolymer ethylene oxide polymer poly-peroxides polyalkyleneoxides polyethyleneoxide PEO type poly(ethylene oxide)/poly(propylene oxide)/poly(ethylene oxide) PEO-PPO-PEO poly(ester-co-glycol) copolymers poly(ester-co-glycol)polymers </p> | <p> polyoxyethylene alkylphenyl ethers polyoxyethylene castor oil derivative polyoxyethylene chains polyoxyethylene fatty acid esters polyoxyethylene fatty acid glycerides polyoxyethylene fatty alcohol ether polyoxyethylene secondary alkyl ethers polyoxyethylene sorbitan esters polyoxyethylene sorbitan fatty acid ester polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters TWEEN.TM. series polyoxyethylene stearates polyoxyethylene-20 sorbitan monooleate polyoxyethylene-glycerol fatty ester polyoxyethylene-polyoxypropylene block copolymer polyoxyethylene-polyoxypropylene copolymer polyoxyethylene-polyoxypropylene glycol polyoxyl castor oil polyoxylglycerides polyoxy-propylene polyoxypropylene-glycerol fatty ester polyoxypropylenes polyphenylene oxide polypropylene glycol monocaprylate polypropylene oxide crosslinked polyethylene oxide polytetramethylene glycol polytetramethylene oxide propylene oxide ethylene oxide block copolymers amorphous three-dimensional polyether network block polyethers high-molecular weight polyethylene oxides high molecular polyalkylene oxides high molecular weight polyethylene glycol liquid polyethylene glycols glycerol polyglycidyl ether polyethers polyethyleneoxy hydroxyl-terminated polyoxyalkylene polyethers methyl glycosides polyethylene glycol ethers w/w polyethylene glycol PEG -400 water soluble/dispersible polypropylene glycols water/polyethylene glycol water/polyethyleneglycol water/polyethyleneglycol t-octylphenoxy polyethoxyethanol TAGAT.TM. polyethyleneglycol silanized polyethers polypropylene glycol polyoxyethylene alkyl ether polyalkenyl ethers poly(ethyloxazoline) w/w ethylene oxide/propylene oxide block copolymer low molecular weight polyethylene glycol Da polyethylene glycol dipropylene glycol polyethylene functional polyethylene glycol PEG hydrophilic backbone polyethylene glycol polyethylene glycol 6000 polyethylene glycol PEG based hydrogels polyethylene-polypropylene glycol semisolid polyethylene glycols solid polyethylene glycol tocopherol polyethyleneglycol two poly oxyethylenes polyoxyethylene ethers polyoxylglyceride alkyl polyglycol ether sulfates </p> |
|---|---|

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.16 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliéter cetonas.

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| polyetherketone | polyether glycols |
| polyether ether ketone | polyetheretherketone |
| polyether glycol esters | polyarylether ketones |
| poly(aryl ether ketone amide) | polyether ether ketone polymer |
| poly(aryl ether ketone) | polyether ketone polymers |
| poly(aryl ether ketones-co-sulfones) | sulfonated polyetherketones |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.17 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliamidas e suas modificações

| | |
|---|---|
| polyamide | poly(N-vinyl lactams) |
| polyamide fiber | poly(p-phenylene terephthalamide) |
| polyamide compound | poly(p-phenylene terephthalamide) fiber |
| polyamides-amines | polyphthalamide |
| nylon | poly(N-isopropylacrylamide) PNIPAM |
| poly(hexamethyl sebacamide) Nylon 6,1 | polyethylene-polyamide |
| poly(hexamethyl sebacamide) Nylon 6,10 | water soluble polyacrylamide |
| polycaprolactam Nylon 6 | water-soluble co-polyamides |
| nylon-4 resin | water-soluble polyamides |
| ammonium dimethyltauramide/vinylformamide copolymer | polyaramid fibers |
| polyamide-3 | poly(ether-co-amide) copolymers |
| instance polyacryl amide | poly(ether-co-amide)polymers |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.18 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliaminas e suas modificações.

| | |
|---|--------------------------------------|
| amine-substituted polymers | polyamine compound |
| co-polymers polyallylamine | polyamino acid |
| dimethylaminohydroxypropyl ethylenetriamine copolymer | polyamino propanol vinyl ether |
| polyallylamine | primary amine functionalized polymer |
| polyamine | polyethylenepolyamine |
| polyamines | synthetic polyamine |
| poly(allylamine) chloride/bromide | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.19 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliimidas e suas modificações.

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| thermoset polyimide | polyamide imide |
| polyimide | heat-curing polyimide resins |
| polyimides | polyetherimide |
| cross-linked polyimides | polyimide polymers |
| polyetherimide polymers | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.20 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliiminas e suas modificações.

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| poly(ethyleneimine) | compound polyethyleneimine |
| polyethylene imine | polypropyleneimine |
| polyethyleneimine | poly-ethyleneimine |
| polyethyleneimine PEI | polybutyleneimine |
| polyimines | polyethylenimine |
| L-PEI linear polyethyleneimine | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.21 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros com enxofre e suas modificações.

| | |
|--|--|
| Polysulfone | polyphenylene sulfide |
| poly(p-phenylene sulfide) | polyphenylsulfone |
| polyalkylated polynuclear arylsulfonates | polysulfone/polycarbonate alloy |
| polyethersulfone | sulfonated polymer |
| polynaphthalenemethanesulfonates | disodium dimethicone copolyol sulfosuccinate |
| polymerised alkylbenzenesulfonic acids | heterocyclic polysulfonic acids |
| polymerised alkylnaphthalenesulfonic acids | polyether sulfide |
| polymerised organic sulfonic acids | polyethylsulfone |
| polyorgano sulfonic acid | sodium polyoxyethylene alkylsulfates |
| poly(aryl ether sulfone) | polysulfone polymers |
| polyether sulfone polymers | polyethylenesulphonic acid |
| polyethersulfone polymer | polysulphonate |
| polysulfone polymeric material | polyphenylene sulfide polymers |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.22 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de resinas de melamina-ureia

| | |
|--|--|
| phenol-melamine-urea-formaldehyde PMUF | melamine-urea-phenol-formaldehyde MUPF |
| melamine-formaldehyde resin | polyureas |
| phenol-urea-formaldehyde PUF | thermoset polyurea |
| amino-based resins UF | urea-formaldehyde resin |
| melamine formaldehyde MF | polyol/melamine |
| melamine-urea-formaldehyde MUF | polyol/melamine systems |
| polyurea | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.23 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de lignina

lignin

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.24 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de siloxanos e suas modificações.

| | |
|--|---|
| silicone resins | polydimethylsiloxane |
| siloxane | vinyl MQ resin/organopolysiloxane crosspolymers |
| polysiloxane | Dimethicone/Phenyl Vinyl Dimethicone Crosspolymer |
| C.sub.3-C.sub.20 alkyl polysiloxane compound | Dimethicone/Vinyl Dimethicone Crosspolymer |
| polyhedral oligomeric silsesquioxanes | bis-(polyethyleneoxide)-polydimethylsiloxanes |
| Crosslinked Stearyl Methyl Dimethyl Siloxane Copolymer | water-soluble polysiloxanes |
| polyalkoxysilanes | polysilicon to-substrate capacitor |
| polybetaine polysiloxanes | polysilicon-to-substrate capacitor takes |
| polydimethylsiloxanes | polysilicon-to-substrate storage capacitor |
| polydimethyl siloxane | polysilicones |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.25 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros com fosfato e suas modificações.

| | |
|--|---|
| Polyphosphazenes | polyphosphoric acid |
| biodegradable polyphosphazenes | alkali polyphosphates |
| polyphosphates | ammonium polyphosphate |
| poly phosphazene | polyphosphoric acid chelants |
| polyidi[carboxylatophenoxy][phosphazene | bisphenol-A based poly(phosphoesters) |
| polyphosphazene | melamine polyphosphate |
| polyphosphazene | poly(organophosphazene) POP |
| polyphosphonates | sodium tripolyphosphate STPP |
| polyphosphate | aminoalkylenepoly(alkylenephosphonates) |
| sodium tripolyphosphate | aminopolyphosphonates |
| aminoalkylenepoly(alkylene phosphonates) | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.26 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros etoxilados.

| | |
|---|---|
| polyethoxylated alkyphenols | polyethoxylated sterol |
| polyethoxylated C.sub.10-40 fatty acid esters | polyethoxylated urethanes |
| polyethoxylated castor oil | polyethoxylated vegetable oil |
| polyethoxylated cholesterol | C.sub.22 fatty alcohols polyethoxylated |
| polyethoxylated esters | C8-16 alcohol polyethoxylates |
| polyethoxylated fatty acid ester | C8-20 alkyl polyethoxylate sulfates |
| polyethoxylated glycerol fatty acid ester | C8-C16 alcohol polyethoxylates |
| polyethoxylated semisynthetic glycerides | C8-C20 alkyl polyethoxylate sulfates |
| polyethoxylated sorbitan ester | ethoxylated polypropylene glycol |
| polyethoxylated stearic ester | LABRAFIL.TM. polyoxyethylated glycolysed glycerides |
| aromatic polyoxyethylated compounds | polyethoxylated castor oils polyhydroxy acids |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.27 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de celulose e seus derivados.

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| cellulose material | sodium cellulose sulfate | croscarmellose sodium salt cellulose |
| purified cellulose | carboxy methyl cellulose | carboxymethylether sodium salt |
| cellulose derivative | carboxyl methyl-cellulose CMC | cross linked carboxy methyl cellulose |
| carboxymethyl cellulose | carboxymethylcellulose gum | cross-linked carboxymethylcellulose derivative |
| carboxymethyl-nanocellulose | cetyl hydroxyethyl cellulose | cross-linked sodium carboxymethylcellulose |
| carboxymethylcellulose | cross-linked carboxymethylcellulose | croscarmellose |
| carboxymethylcellulose CMC | cross-linked sodium carboxymethyl cellulose | crosslinked carboxymethylcellulose |

| | | |
|---|--|---|
| carboxyethyl cellulose | cross-linked sodium carboxymethylcellulose | crosslinked cellulosecarboxymethylether sodium salt |
| carboxyethylcellulose | hydroxyethylcellulose HEC | crosslinked sodium carboxymethylcellulose |
| carboxymethylethyl cellulose | hydroxypropyl methylcellulose acetate succinate | derivatized quaternized hydroxyethyl cellulose |
| cellulose acetate | sodium carboxy-methyl-cellulose | ether |
| cellulose acetate butyrate | sodium carboxymethyl-cellulose CMC | dialdehyde cellulose fibers |
| cellulose butyrate | agar methylcellulose | ethoxycellulose |
| cellulose acetate propionate | alkyl cellulose | ethyl cellulose pseudolatex |
| cellulose propionate | amino cellulose | ethyl(hydroxyethyl) cellulose EHEC |
| hydroxy-ethyl cellulose | Carboxy Methyl Cellulose CMC | hemicellulose beta |
| hydroxy-methyl cellulose | carboxy methylcellulose | hemicellulose chains |
| hydroxy-propyl-methyl cellulose | carboxyalkylcellulose | hemicelluloses present |
| hydroxypropyl methylcellulose | carboxymethyl cellulose ammonium salt | hydropropyl cellulose |
| hydroxypropylcellulose | carboxymethyl cellulose potassium salt | hydropropylcellulose |
| dialdehyde cellulose | carboxymethyl cellulose sodium salt | hydropropylmethylcellulose |
| thermoplastic cellulose derivative | carboxymethyl ethyl cellulose | hydroxy methylcellulose |
| ethyl cellulose | weight modified cellulose gum | hydroxy propyl cellulose |
| ethyl hydroxyethyl cellulose | carboxymetil cellulose | hydroxy propyl methyl cellulose HPMC |
| ethylcellulose | cationic hydroxyethylcellulose | hydroxy propylmethylcellulose |
| methylcellulose | cellulose acetate succinate | hydroxy-alkylcelluloses |
| lyocell | cellulose dextran | hydroxyalkylmethylcelluloses |
| rayon | cellulose diacetate | hydroxy-propylcellulose L-HPC |
| calcium carboxymethyl cellulose | crystalline sodium carboxymethyl cellulose | hydroxyaliphatic cellulose |
| carboxymethylcellulose calcium | ethal cellulose | hydroxyalkyl alkyl cellulose |
| cellulose acetate phthalate | ethylhydroxyethylcellulose | hydroxyalkyl cellulose |
| cellulose derivatives | hydrophobically modified hydroxyethyl cellulose | hydroxyalkylmethylcelluloses |
| cellulose polymers | hydroxypropyl cellulose | hydroxyethyl carboxymethyl cellulose |
| cellulose-based polymer | hydroxybutylmethyl cellulose | hydroxyethyl methyl cellulose |
| cellulosic polymers methylcellulose | hydroxypropyl methyl cellulose acetate succinate | hydroxyethyl methylcellulose |
| MC | modified carboxymethylcellulose | hydroxyethylcelluloses methylcelluloses MC |
| hydroxyethylcellulose | modified cellulose gum | hydroxyethylmethylcelluloses |
| hydroxy-ethyl-cellulose | sodium carboxy methylcellulose | hydroxyl methyl propyl cellulose |
| hydroxymethyl cellulose | 0.1 mg-100 mg modified cellulose gum | hydroxyl propyl cellulose |
| hydroxymethylcellulose | 2-hydroxyethyl cellulose | hydroxylpropylcellulose |
| hydroxypropyl cellulose HPC | acetylcellulose | hydroxylpropylmethylcellulose HPMC |
| hydroxypropyl methyl cellulose | aminoethylcellulose AE-cellulose | hydroxymethylpropylcellulose |
| hydroxypropyl methylcellulose | ammonium carboxymethyl cellulose | hydroxypropyl cellulose polymers |
| HPMC | ammonium carboxymethylcellulose | hydroxypropyl ethyl cellulose |
| hydroxypropyl methylcellulose | anionic carboxymethyl cellulose | hydroxypropyl methyl cellulose acetate |
| phthalate | caboxymethylcellulose | hydroxypropyl methyl cellulose phthalate |
| methylhydroxyethylcellulose | carboxyalkyl alkyl cellulose | hydroxypropyl methyl cellulose phthalate HPMCP |
| modified polymeric cellulose | carboxyalkyl cellulose | hydroxypropyl methyl cellulose sodium |
| hydroxypropylmethyl cellulose | carboxyalkyl cellulose ester | hydroxypropyl methylcellulose phthalate |
| hydroxypropylmethylcellulose | carboxyl methyl cellulose | hydroxypropyl-cellulose FTPMC |
| hydroxypropylmethylcellulose | carboxymethyl-cellulose CMC | hydroxypropylcellulose derivatives |
| phthalate | carboxymethyl ethyl cellulose CMEC | Hydroxypropylcellulose low |
| low-substituted | carboxymethyl ethylcellulose | hydroxypropylmethylcellulose acetate succinate |
| hydroxypropylcellulose | carboxymethyl hydroxyethyl cellulose | hydroxypropylmethylcellulose acetate succinate |
| polydextrose | carboxymethylcellulose MC | HPMCAS |
| polysaccharides glucose | carboxymethylcellulose | hydroxypropyl cellulose |
| polysaccharide-supported | carboxymethylcellulose | hydroxypropylcellulose |
| polyphenols | cationic hydroxyethyl cellulose | methyl ethyl cellulose |
| sodium carboxymethyl cellulose | cationic polysaccharides cationized cellulose | methyl hydroxyethylcellulose |
| sodium carboxymethylcellulose | derivatives | methylbutylcellulose |
| hydroxypropyl cellulose | cellulose acetate butyrate 21 | methylcellulose MC |
| hydroxyethyl cellulose | cellulose acetate Cellulose TA-25 | methylethyl-cellulose |
| calcium carboxymethylcellulose | cellulose acetate phthalate CAP | mg hydroxypropylcellulose |
| cellulose gum | cellulose acetate pseudolatex | mg-25 mg modified cellulose gum |
| low-substituted hydroxypropyl cellulose | cellulose acetate trimellitate | mg-40 mg modified cellulose gum |
| cellulose ether | cellulose acetyl butyrate 21 | mg-70 mg modified cellulose gum |
| alkylcellulose ether | cellulose derivatives hydroxyethyl cellulose | Nymcel.TM. sodium carboxymethyl cellulose |
| carboxymethyl cellulose CMC | cellulose ester resin | potassium carboxymethyl cellulose |
| modified alkyl cellulose ether | cellulose esters | potassium carboxymethylcellulose |
| oxidized cellulose | cellulose microcrystalline cellulose | propylcellulose |
| ethylhydroxyethyl cellulose | cellulose methylcellulose gum | reticulated carboxymethylcellulose |
| hydroxy ethylcellulose | cellulose nitrate | sodium carboxymethyl cellulose Ac-Di-Sol.RTM. |
| alkyl hydroxy ethyl cellulose | cellulose phthalate | CLD-2.RTM |
| alkylcellulose | cellulose triacetate | sodium carboxymethylcellulose carmelose |
| cationic cellulose polymer | celluloseacetate | sodium carboxymethylcelluloses NaCMC |
| ethylmethyl cellulose | celluloseacetatphthalat | sodium carboxymethylethyl cellulose |
| hydroxy ethyl cellulose | celluloseacetatphthalat | total hydroxypropyl methyl cellulose |
| hydroxyalkylcellulose | foregoing water insoluble cellulosic polymers | w/w hydroxypropylmethylcellulose HPMC |
| hydroxyethylmethyl cellulose | pullulan | weight hydroxyethyl cellulose |
| hydroxypropylcellulose HPC | cellulose acetate trimellitate | hydroxybutyl cellulose |
| hydroxypropylmethyl cellulose | cross-linked carboxymethylcellulose sodium | hydroxyethylcellulose phthalate |
| HPMC | nitrocellulose | hydroxypropylmethyl cellulose |
| hydroxypropylmethyl cellulose | nitro cellulose | low molecular weight HPC hydroxypropyl cellulose |
| | sodium carboxy methyl cellulose | |
| | Hydroxypropyl methyl cellulose HPMC | |

| | | |
|--|--|---|
| HPMC | ethyl hydroxyethyl cellulose EHEC | low molecular weight HPMC hydroxypropyl methylcellulose |
| hydrolysed sodium carboxymethyl cellulose | hydroxyethyl cellulose HEC | methylcellulose |
| crosslinked sodium carboxymethyl cellulose | methylhydroxyethyl cellulose | low substitution degree hydroxypropylcellulose |
| glycolate sodium carboxymethyl cellulose | soybean hemicellulose | low-substituted hydroxypropylmethylcellulose L-HPC |
| hydroxy propyl methyl cellulose | 0.450 g hydroxypropyl methylcellulose | lower alkyl-substituted hydroxypropyl cellulose methyl cellulose MC |
| synthetic aluminum silicate.hydroxypropyl starch.crystalline cellulose | alkoxy cellulose | methylcarboxycellulose |
| | alkylhydroxy cellulose | methylhydroxypropyl cellulose |
| | caboxymethyl cellulose | |
| | cellulose acetate tetrahydrophthalate | |
| | cross-linked sodium carboxymethyl cellulose | |
| | Croscarmellose | |
| | cross-linked sodium carboxymethyl cellulose,enzymatically | |
| | sodium carboxymethyl cellulose enzymatically hydrolysed | |
| | modified cellulose polymers cellulose acetate butyrate CAB | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.28 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de amido e seus derivados

| | |
|---|---|
| starch | cross-linked hydroxypropyl distarch phosphate |
| starch based resin | crosslinked sodium carboxymethylstarch |
| potato starch | damp starch |
| sweet potato starch | dextrinized starch |
| cassava starch | disintegrant sodium starch glycolate |
| corn starch | dried starch |
| yam starch | drum dried waxy maize starch |
| carboxyl methyl starch | ethyl starch |
| tuber starch | ethylmethylcellulose starch |
| tuber starch rice starch | glycol stearate corn starch |
| rice starch | glycol stearate rice starch |
| tapioca starch | glycol stearate starch based resin |
| wheat starch | glycol stearate tapioca starch |
| carboxymethyl starch | glycol stearate tuber starch |
| hydroxyethyl starch | glycol stearate wheat starch |
| hydrolyzed starch-acrylonitrile graft copolymer | half-digested starch |
| hydroxypropyl starch phosphate | high amylose starch |
| neutralized starch-acrylic acid graft copolymer | hydrolyzed corn starch |
| pregelatinized starch | hydrolyzed starch |
| starch glycolate polymer | hydroxypropyl starch |
| starch graft copolymer | legume starches |
| starch polymers | maze starch |
| starch-acrylonitrile graft copolymer | methyl starch |
| starch-acrylonitrile graft polymer | methylhydroxypropyl starch |
| starch-based polymers | mg pre-gelatinised starch |
| sodium glycol starch | modified corn starch |
| starch derivative | modified tapioca starch |
| modified starch | modified wheat starch |
| maize starch | native corn starch |
| hydroxypropyl starch | native potato starch |
| starch 1500 | native starch(s) |
| starch hydrozylate | oxidized starch |
| carboxymethyl starch sodium | peroxidized starch |
| cationic starch | plain starch |
| natural starch | povidone starch |
| pea starch | pre-gelatinised starch |
| pre-gelatinized starch | pre-gelled corn starch |
| quaternary starch compounds | pre-gelled paper starch suspension |
| starch polymer | pre-gelled potato starch suspension |
| carboxy-methyl starch | pre-gelled starch |
| dent corn starch | pre-gelled starch suspension |
| grain starch | pregelatinised maize starch |
| methyl-hydroxypropyl starch | pregelatinized maize starch |
| native starch | pregelatinized starch disintegrants |
| starch glycolate | pregeletanized starch |
| vegetable starch | pregeletinized starch |

| | |
|--------------------------------------|--|
| waxy corn starch | sodium starch glycolate B |
| aluminum starch octenyl succinate | sodium starch glycolate type B |
| aluminum starch octenylsuccinate | starch acetate phthalate |
| cross-linked starch | starch based material |
| manioc starch | starch derivatives amylose |
| pregelatinised starch | starch derivatives poly(propylene oxide) PPO |
| sodium corn starch octenyl succinate | starch ethers |
| starch ethylenevinyl alcohol | starch syrup |
| starch sodium polyacrylate | topical starch |
| acetyl starch | weight percent starch |
| anionic starch | weight resistant starch |
| carboxymethylstarches | soy polysaccharide |
| cereal starch | soy-based resin |
| corn maize starch | partially-alphanized starch |
| hydrolysed starch | pregelatinized starch 5 |
| high amylase corn starch | pregelatinized starch starch 1500 |
| aluminum starch octenyl succinate | pregelled paper starch solution |
| avicel PH-102 Starch | pregelled starch solution |
| cornstarch | pregelled starch suspension |
| cross-linked high amylose starch | pueraria starch |
| enzyme-resistant starch | sodium carboxymethyl starch sodium starch glycolate |
| hydroxyethylstarch | sodium starch |
| hydroxyethylstarch | starch xanthate |
| insoluble starch | starch-derived carbohydrates |
| low solubility starches | synthetic aluminum silicate.hydroxypropyl starch.crystalline cellulose |
| materials corn starch | water insoluble starch |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.29 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de quitosina e seus derivados.

| | |
|-----------------------|-------------------|
| chitin | chitin/cellulose |
| carboxymethyl chitin | chitine derivate |
| chitin based material | chitin nanofibers |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.30 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de hemiceluloses.

| | |
|-------------------------------------|--|
| hemicellulose | xyloglucan oligosaccharides XGO |
| xylan | xyloglucan-oligosaccharide |
| xyloglucan | polyoses |
| xyloglucan endotransglycosylase XET | 0.1 mg xyloglucan oligosaccharides mixture |
| arabinoxylan | glucuronoarabinoxylan |
| 0.1 mg xyloglucan | glucuronoxylan |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.31 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de quitosana e seus derivados.

| | |
|------------------------|------------------------|
| chitosan | chitosan malate |
| chitosan acetate | chitosan nylon |
| aminated chitosan | chitosan PCA |
| chitosan salt | chitosan poly-arginine |
| butoxy chitosan | chitosan ranges |
| carboxymethylchitosane | chitosan succinate |
| chitosan acrylate | chitosan sulphate |
| chitosan based polymer | chitosan/alginate |
| chitosan chloride | chitosan/carrageenan |

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| chitosan derivatives | N-hydroxyalkylchitosan benzyl ether |
| chitosan fiber | pectin chitosan |
| chitosan fibres | resulting chitosan salt |
| composition chitosan | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.32 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de gomas.

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| agar-agar gum | cassia tora gum | gum arabicum |
| agar | ester gum | gum tragacanth E413 |
| agar-agar | galactomannan guar gum | gummi arabicum |
| guar gum | guarana gum | heat-settable gum |
| gellan gum | gullan gum | hydroxypropyl guar gum |
| agarpectin gum | locust bean gum | locus bean gum |
| guar | PS-7 gum | locust bean gum/xanthan |
| guaran | agar gum | low viscosity guar gum |
| gum xanthan | Alcaligenes sp. PS-7 gum | low viscosity polymannan gum |
| locust bean gum | bubble gum | mastic gum |
| agarose gum | caraya gum | oat gum |
| carboxyl methyl gum | carob bean gum | okra gum |
| carboxy methyl tamarind | carob gum | PEG 200-4500 gum tragacanth |
| tragacanth gum | carouba gum | polysaccharide gum slurry |
| annacardium occidentale gum | cassia gum | powdered gum Arabic |
| gum | cassia gum/xanthan | sclerotium gum |
| gum arabic | cold water soluble gellan gum | spruce gum |
| gum ghatti | dammar gum | viscosity building non-gum materials |
| gum tragacanth | gua gum | xanthan gum |
| karaya gum | guam gum | xantham gum |
| polymannan gums | guar gum derivatives | xanthan gum/locust bean gum |
| tamarind gum | guar gum/xanthan | xanthan gummi |
| welan gum | guar gummi | carob-seed gum |
| xanthan gum | tara gum | cross-linked alginate gum gel |
| shellac-based polymers | acacia gum | alginate polymers |
| ghatti gum | gum tragacanth | hydrophilic polysaccharide gum |
| cationic guar gum derivative | natural gum | polysaccharide gum |
| diutan gum | veegum | PS-10 gum |
| rhamsan gum | acacia gum arabic | PS-21 gum |
| sterculia gum | xanthum gum | PS-53 gum |
| succinoglucon gum | hydrolyzed guar gum | gum sets |
| curdlan gum | modified gum | integumentary cells |
| gum arabic Acacia gum | fenugreek gum | vegetable gum |
| w/v gellan gum | gum ghat | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.33 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de pectina.

| | |
|------------------------|--------------------------|
| pectin | low viscosity pectin |
| amylopectin | low-methoxyl pectin |
| agarpectin | low-methylated pectin |
| amidated pectin | methoxylated pectin gels |
| depolymerized pectin | pectin chitosan |
| high-methylated pectin | pure potato amylopectin |
| low methoxy pectin | w/v pectin |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.34 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de outros polissacarídeos.

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| antrodia camphorata polysaccharide | polyuronic acids |
| Carrageenan | alginic acid-based polymers |
| Coriolus versicolor polysaccharide | dextran polymer |
| fungal polysaccharide | polydextran |
| galactomannan | polygalacturonic acid |
| Ganoderma lucidum polysaccharide | polyglucuronic acid |
| glucomannan | polyanhydroglucuronic acid |
| glycosaminoglycan | polyguluronic acid |
| polyuronides | polymannuronic acid |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.35 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de ácido polilactídeo e ácido poliglicólico

| | |
|-----------------------------------|--|
| polylactide | polyglycolide |
| poly(lactide) | polyglycolized glyceride |
| polylactic acid | polylactates |
| polylactide solution | polylactic acid-glycolic acid |
| poly-lactic acid PLA | polylacticacid |
| poly lactic acid | polylactic-co-glycolic acid |
| poly L-lactic acid PLLA | polylactic-co-glycolic acid PLGA |
| polylactic acid derivatives PLA | polylactide glycolide copolymers |
| polylactic acid PLA | polylactide PLA |
| poly-lactic acid PLA | polylactide-co-glycolide PLAGA |
| poly-L-lactide | polylactide-co-glycolide PLGA |
| poly glycolic acid | free PLA homopolymer |
| poly lactide-co-caprolactone PLCL | lactic acid-polyethyleneglycol PLA-PEG |
| poly lactide-co-glycolide PGLA | molten polylactide |
| poly(glycolide) | poly(lactic-co-glycolic acid) PLGA |
| poly(lactide-co-caprolactone) | poly(lactide-co-glycolic acid) PLGA |
| poly(lactide-co-glycolide) | of-poly(lactic acid) |
| poly(lactide-co-glycolide)-COOH | poly-1-lactide |
| poly(lactide-COOH) | poly(glycolic acid) PGA |
| polyglycolic acid | |
| polyglycolic acid PGA | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.36 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poli(hidroxialcanoato).

| | |
|---------------------------------------|--|
| poly(hydroxyalkanoate) PHA | poly butyrate |
| polyhydroxyalkanoate PHA | poly hydroxyalkanoate |
| polyhydroxyalkanoates | poly(hydroxyalkanoate) biopolymers poly(hydroxybutyrate) |
| polyhydroxy alkanoate derivatives PHA | poly-4-hydroxybutyrate P4HB |
| polyhydroxy alkanoate PHA | poly-4-hydroxybutyrate P4HB |
| poly(hydroxybutyrate) PHB | polyhydroxybutyrate |
| polyhydroxy butyrate | polyhydroxybutyric acid |
| poly(B-sydoxyoctanoate)(PHO) | polyhydroxyvalerate |
| poly(hydroxybutyrate) | polyhydroxyvalerate |
| poly b-hydroxybutyrate | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.37 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de poliésteres biodegradáveis.

| | |
|--|---------------|
| dupont Biomax Strong 12 ethylene copolymer | Polydioxanone |
| BASF Ecoflex degradable copolymer | biopolyesters |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.38 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de proteínas.

| | |
|------------------------|---|
| protein | polyanions polylysine |
| soy protein | poly-lysine substrate |
| uncured soy protein | polyarginine |
| albumin | polyaspartic acid |
| cytokine | polygeline |
| elastin | polyglutamic acid |
| poly amino acids | polyglutamine |
| polypeptide | polylysine |
| chimeric polypeptide | amino-acid derived polymers |
| poly aspartic acid | amino-acid-based polymers |
| poly g-ethyl glutamate | hyperglycosylated polypeptide |
| poly glutamic acid | synthetic polymer-polypeptide conjugate |
| protein based polymers | cured soy protein polymer |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.39 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de policaprolactona.

| | |
|-----------------------|--|
| polycaprolactone | polycaprolactone PCL |
| poly(e-caprolactone) | poly(caprolactones) |
| polycaprolactone PCL | Hydroxyapatite/polycaprolactone HA/PLC |
| poly beta caprolactam | polycaprolactone triol |
| polycaprolactone diol | polycaprolactone-block-polytetrahydrofuan-block polycaprolactone |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.40 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de copolímeros alifáticos-aromáticos.

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| poly(butylene adipate terephthalate) | poly(methylene adipate terephthalate) |
|--------------------------------------|---------------------------------------|

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.41 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de succinatos.

| | |
|------------------------------|--|
| poly(butylsuccinate adipate) | tocopheryl polyethylene glycol succinate |
| poly(butylsuccinate) | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.42 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polifenileno e suas modificações.

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| polyphenylene PPh | polyphenylene vinylene PPhV |
| polyphenylene sulfide PPhS | polyphenylene vinylene |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.43 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros condutores.

| | |
|--|--|
| polyaniline PANI | polynaphthalenes |
| polyaniline | poly(vinylpyrrolidone/dimethylaminoethyl methacrylates) |
| poly(aniline)s | vinyl pyrrolidone/vinyl acetate copolymers |
| polypyrrole | vinyl pyrrolidone-vinylacetate copolymer copovidone |
| polypyrrole PPy | vinylimidazolium trichloride/vinylpyrrolidone copolymers |
| poly(pyrrole)s | vinylpyrrolidone polymer |
| poly(vinyl pyrrolidone) PVP | vinylpyrrolidone |
| polyvinylpyrrolidone | poly(acetylene)s |
| polyvinylpyrrolidone copolymers | polyparaphenylenevinylene |
| polyvinylpyrrolidone K17 | crospovidone cross-linked polyvinylpyrrolidone |
| polyvinylpyrrolidone PVP | crosslinked poly vinyl pyrrolidone |
| polyvinylpyrrolidone ranges | cross-linked polyvinyl pyrrolidone |
| polyvinylpyrrolidone/polyvinyl acetate copolymer | crosslinked polyvinylpyrrolidone Polyplasdone-X1R |
| polyvinylpyrrolidone/polyvinylacetate copolymer | mg polyvinylpyrrolidone K17 |
| soluble polyvinylpyrrolidone polymer PVP | micronized crosslinked polyvinylpyrrolidone |
| vinyl polymers polyvinylpyrrolidone PVP | polyvinyl pyrrolidone |
| polyvidone | polyvinylpyrrolidone PVP |
| PVP polymers | polyvinylpyrrolidone povidone |
| polyvinylpyrrolidone | quaternized polyvinylpyrrolidone derivatives |
| poly-vinyl-pyrrolidone | vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer |
| polyvinyl pyrrolidone | polyvinylpyrrolidone |
| crosslinked polyvinylpyrrolidone | PVP/VA copolymer |
| polyvinyl pyrrolidone | Povidone.RTM. polyethylene glycol |
| polyvinyl pyrrolidone Povidone | Polyxylylenes |
| polyvinyl pyrrolidone PVP polymer | Polyparaphenylene |
| polyvinylpyrrolidone | soluble polyvinyl pyrrolidone |
| cross linked polyvinylpyrrolidone | vinylpyrrolidone vinylacetate copolymers |
| PVP polyvinyl pyrrolidone | water insoluble cross-linked polyvinyl pyrrolidone |
| cross-linked polyvinylpyrrolidone component | tricontanyl poly(vinyl pyrrolidone) PVP |
| cross-linked polyvinylpyrrolidone component b | tricontanyl/polyvinyl pyrrolidone |
| crosslinked polyvinyl pyrrolidone | vinyl pyrrolidone/eicosene copolymer |
| material polyvinyl pyrrolidone | tricontanyl polyvinyl pyrrolidone PVP |
| polyvinyl pyrrolidone b polyvinyl alcohol derivative | conducting polymer ICP |
| poly(N-methyl aniline) | conducting polymer ICP layer |
| polyindole | polyxylylene |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.44 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de polímeros fármacos.

| | |
|---|--------------------------------------|
| Polycarbophil | polysorbate 20 |
| calcium polycarbophil | polysorbate 40 |
| polydodecane | polysorbate 60 |
| Polyplasdone XL.RTM | polysorbate 80 |
| Polyplasdone-XL 10R | caprylocaproyl polyoxyglycerides |
| polysorbats | Polyiodine iodine |
| polysorbate | hydroxy-polyethoxy-dodecane |
| polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters polysorbates | semisolid polysorbates |
| polyoxyethylene sorbitan monolaureate Polysorbate 20 | sorbitan monostearate polysorbate 60 |
| polyoxyethylene sorbitan monooleate Polysorbate 80 | w/w polysorbate 80 |
| polyoxyethylene sorbitan monostearate Polysorbate 60 | polyoxymethylene stearate |
| Polyoxyethylene sorbitan tristearate Polysorbate 65 | polyoxyethylene sorbitan esters |
| polyhydroxystearic acid | |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Quadro E.45 Termos extraídos das reivindicações e associados à classe de outros polímeros de cadeia heterogênea.

| | |
|---|--|
| polythiophene | polyacetals biodegradable polycyanoacrylates |
| poly(thiophene)s | polyene antimycotics |
| poly(diallyldimethylammonium chloride) | polytetrafulvalenes |
| poly(dimethyldiallylammonium chloride) | polyene derivatives |
| poly(dimethyldiallylammonium chloride) PDDA | polybenzoxazole |
| poly(diallyldimethylammonium chloride) PDDA | polybenzoxazole repeating unit |
| polyene antimycotics | polybrene |
| poly(3,4-ethylenedioxythiophene) | polyarylate random block copolymers |
| poly(3-alkylthiophene)s | polyarylates |
| polyarylate | polyglycerol polyricinoleate |
| amino acid-derived polyarylates | polyhydroxyvalyrate |
| poly(3-methylthiophene) | polyphenyl quinoxaline polymers |
| poly(o-toluidine) | polyphenyl-a quinoxaline |
| polybenzimidazole | |

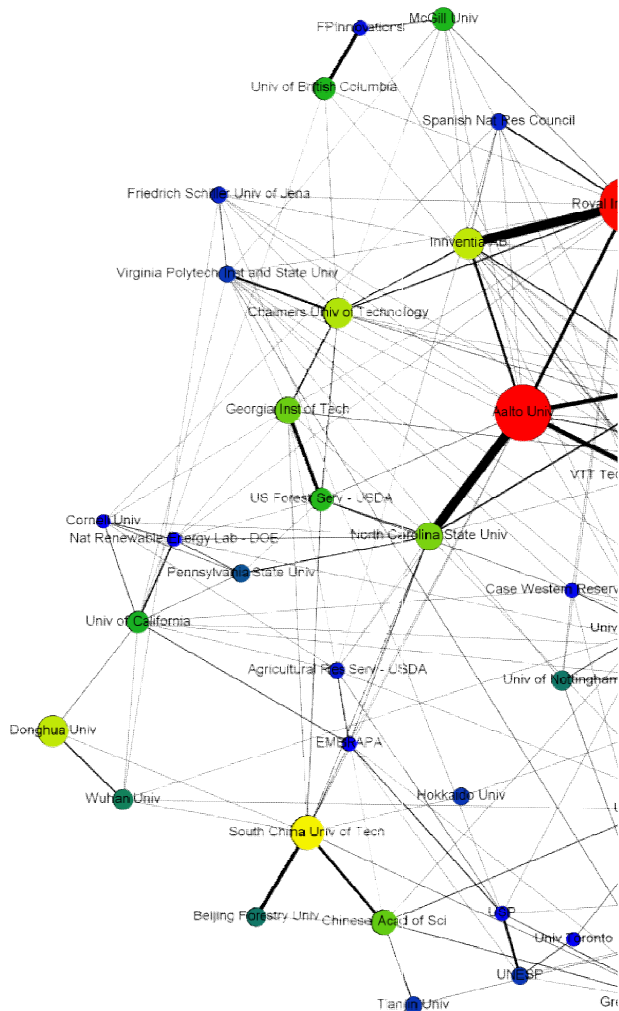
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE F. Indicadores complementares sobre publicações científicas para as principais organizações

Tabela F.1 Perfil de pesquisa em nanocelulose das principais organizações.

| Instituições | País | A | B | C | D |
|--|-----------|-----|--------|------|------|
| Royal Inst. of Tech | Suécia | 131 | 2010,9 | 27,9 | 77,1 |
| Aalto Univ. | Finlândia | 130 | 2011,3 | 22,1 | 77,7 |
| Kyoto Univ. | Japão | 129 | 2007,2 | 37,0 | 62,0 |
| Univ. of Tokyo | Japão | 114 | 2008,8 | 35,9 | 62,3 |
| Grenoble Institute of Tech | França | 77 | 2009,6 | 47,5 | 74,0 |
| Joseph Fourier Univ. | França | 77 | 2005,1 | 77,1 | 75,3 |
| South China Univ. of Tech. | China | 75 | 2010,7 | 12,1 | 64,0 |
| Innventia AB | Suécia | 69 | 2009,9 | 36,0 | 88,4 |
| Chalmers Univ. of Technology | Suécia | 68 | 2010,1 | 23,0 | 82,4 |
| Donghua Univ. | China | 67 | 2011,0 | 11,3 | 34,3 |
| Univ. of Helsinki | Finlândia | 67 | 2009,5 | 15,3 | 94,0 |
| North Carolina State Univ. | EUA | 60 | 2011,1 | 23,0 | 86,7 |
| Nat Inst of Agronomic Res | França | 59 | 2008,6 | 24,9 | 67,8 |
| Chinese Acad. of Sci | China | 57 | 2010,1 | 11,2 | 73,7 |
| Georgia Inst. of Tech | EUA | 53 | 2010,8 | 12,8 | 64,2 |
| Nagoya Univ. | Japão | 53 | 2007,7 | 10,5 | 100 |
| Lulea Univ. of Tech | Suécia | 52 | 2010,3 | 20,7 | 82,7 |
| Univ. of British Columbia | Canadá | 49 | 2010,3 | 23,2 | 75,5 |
| McGill Univ. | Canadá | 49 | 2009,3 | 32,7 | 28,6 |
| US Forest Serv. – USDA | EUA | 48 | 2011,6 | 14,0 | 91,7 |
| Nat Centre for Sci Res | França | 47 | 2007,1 | 32,8 | 87,2 |
| Univ. of California | EUA | 45 | 2009,5 | 32,3 | 66,7 |
| Univ. of Nottingham | R, Unido | 43 | 2010,9 | 21,3 | 55,8 |
| Beijing Forestry Univ. | China | 41 | 2011,4 | 6,6 | 68,3 |
| Wuhan Univ. | China | 41 | 2010,0 | 25,2 | 61,0 |
| Max Planck Inst. | Alemanha | 41 | 2008,0 | 41,2 | 70,7 |
| VTT Technical Res Centre | Finlândia | 38 | 2011,1 | 13,8 | 86,8 |
| Pennsylvania State Univ. | EUA | 37 | 2010,5 | 18,7 | 40,5 |
| Univ. of Aveiro | Portugal | 36 | 2010,6 | 25,2 | 55,6 |
| Virginia Polytech Inst. | EUA | 36 | 2009,9 | 36,5 | 58,3 |
| Hokkaido Univ. | Japão | 36 | 2007,2 | 20,3 | 58,3 |
| Tianjin Univ. | China | 35 | 2009,9 | 22,8 | 71,4 |
| UNESP | Brasil | 34 | 2011,3 | 9,1 | 97,1 |
| Norwegian Univ of Sci and Tech | Noruega | 34 | 2009,6 | 45,5 | 85,3 |
| Friedrich Schiller Univ of Jena | Alemanha | 34 | 2008,4 | 62,8 | 67,6 |
| Univ. of Manchester | R, Unido | 33 | 2009,5 | 39,1 | 78,8 |
| Agricultural Res Serv. – USDA | EUA | 33 | 2008,7 | 21,4 | 81,8 |
| Swiss Fed Lab for Materials S&T | Suíça | 31 | 2011,4 | 12,2 | 83,9 |
| FPInnovations | Canadá | 31 | 2011,8 | 10,0 | 77,4 |
| Univ of Natural Resources and Life Sci | Austria | 31 | 2009,1 | 39,1 | 93,5 |
| USP | Brasil | 30 | 2011,2 | 11,4 | 83,3 |
| Spanish Nat Res Council | Espanha | 30 | 2011,1 | 17,5 | 80,0 |
| Russian Acad. of Sci | Rússia | 30 | 2009,5 | 7,1 | 56,7 |
| EMBRAPA | Brasil | 29 | 2011,0 | 12,4 | 96,6 |
| Paper and Fibre Res Inst | Noruega | 29 | 2011,1 | 15,0 | 82,8 |
| Case Western Reserve Univ. | EUA | 29 | 2009,8 | 50,4 | 82,8 |
| Univ. Toronto | Canadá | 29 | 2009,3 | 29,0 | 41,4 |
| Nat Renewable Energy Lab – DOE | EUA | 28 | 2010,1 | 29,0 | 82,1 |
| Cornell Univ. | EUA | 28 | 2009,1 | 20,1 | 42,9 |
| Uppsala Univ. | Suécia | 25 | 2009,4 | 19,2 | 36,0 |

OBS.: A = Total de Publicação; B = Ano Médio; C = Índice de Impacto; D = Índice de Colaboração.
Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.



Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Figura F.1 Rede de colaboração entre as principais organizações que pesquisam em nanocelulose.

Tabela F.2 Perfil de pesquisa das principais instituições brasileiras.

| Instituições | Estado | A | B | C | D |
|------------------|--------|----|--------|------|------|
| UNESP | SP | 34 | 2011,3 | 9,1 | 97,1 |
| USP | SP | 30 | 2011,2 | 11,4 | 100 |
| EMBRAPA | - | 29 | 2011,0 | 12,4 | 96,6 |
| UFMG | MG | 15 | 2011,7 | 7,1 | 80,0 |
| UFSC | SC | 12 | 2011,3 | 5,5 | 58,3 |
| UFABC | SP | 10 | 2012,1 | 4,9 | 100 |
| UFRGS | RS | 9 | 2009,7 | 8,9 | 88,9 |
| UFSCar | SP | 9 | 2010,9 | 18,6 | 66,7 |
| UFU (Uberlândia) | MG | 9 | 2011,2 | 9,6 | 44,4 |
| UFRJ | RJ | 9 | 2011,9 | 10,2 | 100 |
| UNICAMP | SP | 8 | 2012,4 | 2,9 | 62,5 |
| UEM (Maringá) | PR | 8 | 2008,4 | 41,0 | 87,5 |
| UFV (Viçosa) | MG | 7 | 2011,4 | 5,1 | 100 |
| UFPR | PR | 7 | 2011,4 | 10,4 | 71,4 |
| IFCT | MG | 6 | 2011,8 | 4,0 | 100 |

OBS.: A = Total de Publicação; B = Ano Médio das Publicações; C = Índice de Impacto;
D = Índice de Colaboração.

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.1 Organizações que priorizaram as pesquisas em nanocristais de celulose.

| |
|-------------------------------------|
| Grenoble Institute of Tech (França) |
| South China Univ of Tech (China) |
| North Carolina State Univ (EUA) |
| Georgia Inst of Tech (EUA) |
| US Forest Serv - USDA (EUA) |
| Univ of British Columbia (Canadá) |
| McGill Univ (Canadá) |
| Wuhan Univ (China) |
| Beijing Forestry Univ (China) |
| Univ of Nottingham (R. Unido) |
| Spanish Nat Res Council (Espanha) |
| FPInnovations (Canadá) |
| Case Western Reserve Univ (EUA) |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.2 Organizações que priorizaram as pesquisas em celulose bacteriana.

| |
|--|
| Donghua Univ (China) |
| Chalmers Univ of Technology (Suécia) |
| Univ. of Aveiro (Portugal) |
| Hokkaido Univ. (Japão) |
| Tianjin Univ (China) |
| UNESP (Brasil) |
| Friedrich Schiller Univ of Jena (Alemanha) |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.3 Organizações que priorizaram as pesquisas em celulose microfibrilada.

| |
|--|
| Kyoto Univ. (Japão) |
| Innventia AB (Suécia) |
| Nat Inst of Agronomic Res (França) |
| Nagoya Univ (Japão) |
| Univ of California (EUA) |
| Nat Centre for Sci Res (França) |
| Max Planck Inst (Alemanha) |
| Norwegian Univ of Sci and Tech (Noruega) |
| Swiss Fed Lab for Materials Sci and Tech (Suíça) |
| Univ of Natural Resources and Life Sci (Áustria) |
| Agricultural Res Serv. - USDA (EUA) |
| Paper and Fibre Res Inst (Noruega) |
| Nat Renewable Energy Lab - DOE (EUA) |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.4 Organizações que priorizaram pesquisas em nanofibrilas de celulose.

| |
|--|
| Aalto Univ (Finlândia) |
| Royal Inst of Tech (Suécia) |
| Univ. of Tokyo (Japão) |
| Innventia AB (Suécia) |
| Univ of Helsinki (Finlândia) |
| North Carolina State Univ (EUA) |
| US Forest Serv - USDA (EUA) |
| Univ of Nottingham (R. Unido) |
| VTT Technical Res Centre (Finlândia) |
| Univ. of Aveiro (Portugal) |
| Norwegian Univ of Sci and Tech (Noruega) |
| Swiss Fed Lab for Materials Sci and Tech (Suíça) |
| Paper and Fibre Res Inst (Noruega) |

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.5 Organizações que priorizaram pesquisas em nanofibras de celulose.

| |
|--|
| Kyoto Univ. (Japão) Lulea Univ. of Tech (Suécia) UNESP (Brasil) Case Western Reserve Univ (EUA) Univ. Toronto (Canadá) EMBRAPA (Brasil) |
|--|

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

Quadro F.6 Organizações que priorizaram pesquisas em celulose microcristalina.

| |
|--|
| Univ of Tokyo (Japão) South China Univ of Tech (China) Joseph Fourier Univ (França) Univ of Helsinki (Finlândia) Chinese Acad of Sci (China) Univ of California (EUA) Beijing Forestry Univ (China) Pennsylvania State Univ (EUA) Norwegian Univ of Sci and Tech (Noruega) Spanish Nat Res Council (Espanha) USP (Brasil) Uppsala Univ. (Suécia) Rússian Acad of Sci (Rússia) Nat Renewable Energy Lab - DOE (EUA) Cornell Univ. (EUA) |
|--|

Fonte: Web of Science. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE G. Indicadores complementares sobre documentos de patente para as principais organizações.

Tabela G.1 Indicadores de perfil de patenteamento dos principais titulares para o período 2000 a 2013.

| Titular | País | Foco | Total de doc. patente | USPTO (%) | TRIAD (%) | % de patente em cotitularidade | Índice PP |
|-----------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|-----------|--------------------------------|-----------|
| Univ. Donghua | China | Pesquisa | 92 | - | - | 6.52 | 13.0 |
| Nippon Paper Ind | Japão | Mercado | 37 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 185 |
| UPM-Kymmene | Finlândia | Mercado | 36 | 38.9 | 16.7 | 13.9 | 30.0 |
| Procter & Gamble | EUA | Mercado | 33 | 90.9 | 45.5 | 3.03 | 330 |
| FPIInnovations | Canadá | Pesquisa | 22 | 72.7 | 54.5 | 31.8 | 6.9 |
| Stora Enso | Suécia | Mercado | 21 | 66.7 | 61.9 | 9.52 | 210 |
| Konica Minolta | Japão | Mercado | 20 | 5.0 | - | - | - |
| Kyoto Univ. | Japão | Pesquisa | 20 | 20.0 | 10.0 | 65.0 | 1.5 |
| Hainan Biotech | China | Mercado | 18 | 0.0 | - | 16.7 | - |
| Aurobindo Pharmaceutical | Índia | Mercado | 16 | 37.5 | - | - | - |
| Univ. Nanjing S&T | China | Pesquisa | 16 | - | - | 31.3 | 11.4 |
| Dainippon Ink and Chemicals | Japão | Mercado | 15 | 20.0 | 20.0 | 15.4 | - |
| Pfizer | EUA | Mercado | 15 | 100 | 73.3 | 7.14 | - |
| Univ. Tianjin | China | Pesquisa | 14 | - | - | 14.3 | 3.9 |
| Univ. Tokyo | Japão | Pesquisa | 14 | 7.1 | 7.1 | 21.4 | 1.2 |
| Daicel Chemical Ind | Japão | Mercado | 12 | 33.3 | 8.3 | 16.7 | - |
| Univ. Hainan | China | Pesquisa | 11 | - | - | - | 36.7 |
| VTT Res Centre | Finlândia | Pesquisa | 11 | 18.2 | - | 36.4 | 2.9 |
| Asahi Chemical Ind | Japão | Mercado | 10 | - | - | - | - |
| FMC Corp | EUA | Mercado | 10 | 100 | 90.0 | 10.0 | 100 |
| Randbaxy Lab | Índia | Mercado | 10 | 60.0 | 10.0 | - | - |
| South China Univ. of Tech | China | Pesquisa | 10 | - | - | - | 1.3 |
| Zhongyuan Univ. of Tech | China | Pesquisa | 10 | - | - | - | 50 |
| Kimberly-Clark | EUA | Mercado | 9 | 100 | 11.1 | 22.2 | - |
| Tianjin Tianshili Pharm | China | Mercado | 9 | - | - | - | - |

Fonte: Derwent Innovations Index e Web of Science. Elaborado pelo autor.

Tabela G.2 Indicadores de perfil de patenteamento dos titulares brasileiros para o período 2000 a 2013.

| Titular | Foco | Número de doc. pat | USPTO (%) | TRIAD (%) | % de pat. em Co-titularidade | Número de pub. cient. |
|-----------------|----------|--------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------------------|
| FAPESP | Pesquisa | 3 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| UNESP | Pesquisa | 3 | 0 | 0 | 100 | 36 |
| Bionext | Mercado | 2 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| UFSC | Pesquisa | 2 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| UNICAMP | Pesquisa | 2 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Hebron | Mercado | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inmetro | Pesquisa | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| INPA | Pesquisa | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Trigger Biotec. | Mercado | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| UFMG | Pesquisa | 1 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| UFPR | Pesquisa | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| UCS | Pesquisa | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| USP | Pesquisa | 1 | 0 | 0 | 100 | 31 |
| Wellborn | Mercado | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 |

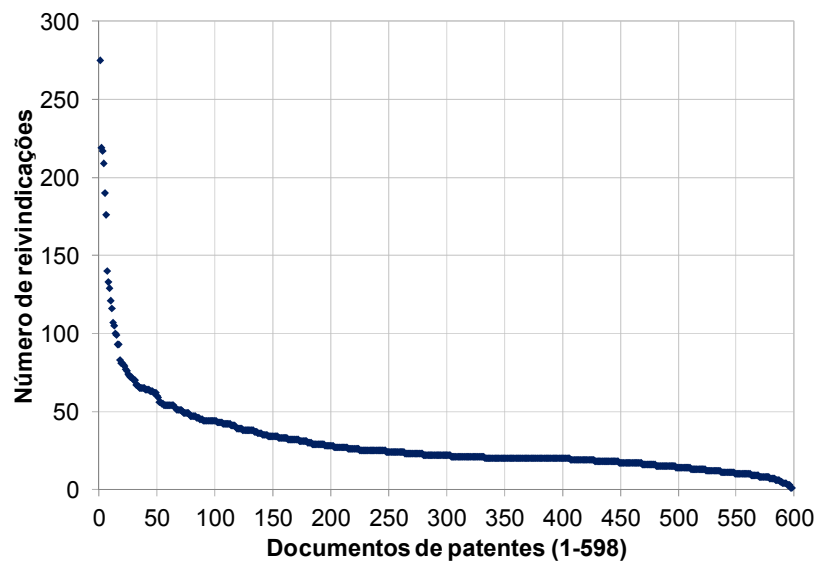
Fonte: Derwent Innovations Index e Web of Science. Elaborado pelo autor.

Tabela G.3 Número de documentos de patente por tipo para os principais titulares do patenteamento mundial em nanocelulose.

| Titular | País | Foco | Celulose bacteriana | Nanofibras de celulose | Celulose microfibrilada | Celulose microcristalina | Nanocristais de celulose | Nanofibrilas de celulose |
|---------------------------|-----------|----------|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Univ. Donghua | China | Pesquisa | <u>77</u> | - | - | 1 | 7 | - |
| Nippon Paper Ind | Japão | Mercado | 1 | 34 | - | - | - | - |
| UPM-Kymmene | Finlândia | Mercado | 1 | 5 | <u>12</u> | - | 1 | <u>16</u> |
| Procter & Gamble | EUA | Mercado | 5 | - | 2 | - | - | - |
| FPInnovations | Canadá | Pesquisa | - | - | 2 | - | <u>18</u> | - |
| Stora Enso | Suécia | Mercado | - | 1 | <u>18</u> | - | - | 1 |
| Kyoto Univ. | Japão | Pesquisa | 2 | 9 | 1 | - | - | - |
| Konica Minolta | Japão | Mercado | - | <u>16</u> | 3 | - | 1 | - |
| Hainan Biotech | China | Mercado | <u>18</u> | - | - | - | - | - |
| Univ. Nanjing S&T | China | Pesquisa | <u>9</u> | 1 | - | - | - | - |
| Aurobindo Pharma. | Índia | Mercado | - | - | - | 2 | - | - |
| Pfizer | EUA | Mercado | - | - | - | 1 | - | - |
| Dainippon Ink | Japão | Mercado | - | <u>11</u> | 1 | - | - | - |
| Univ. Tianjin | China | Pesquisa | <u>12</u> | - | - | - | - | - |
| Univ. Tokyo | Japão | Pesquisa | 1 | <u>10</u> | - | 1 | - | - |
| Daicel Chemical Ind | Japão | Mercado | - | 4 | - | - | - | - |
| Univ. Hainan | China | Pesquisa | <u>8</u> | - | - | - | - | - |
| VTT Res Centre | Finlândia | Pesquisa | - | - | 1 | - | - | 3 |
| Randbaxy Lab | Índia | Mercado | - | - | - | 1 | - | - |
| Asahi Chemical Ind | Japão | Mercado | - | - | 4 | - | 1 | - |
| South China Univ. of Tech | China | Pesquisa | 4 | - | - | 1 | - | - |
| Zhongyuan Univ. of Tech | China | Pesquisa | <u>10</u> | - | - | - | - | - |
| FMC Corp | EUA | Mercado | 1 | - | - | - | - | - |
| Tianjin Tianshili Pharm | China | Mercado | - | - | - | - | - | - |
| Kimberly-Clark | EUA | Mercado | - | - | - | - | - | - |

Fonte: Derwent Innovations Index. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE H. Indicadores exploratórios sobre as reivindicações



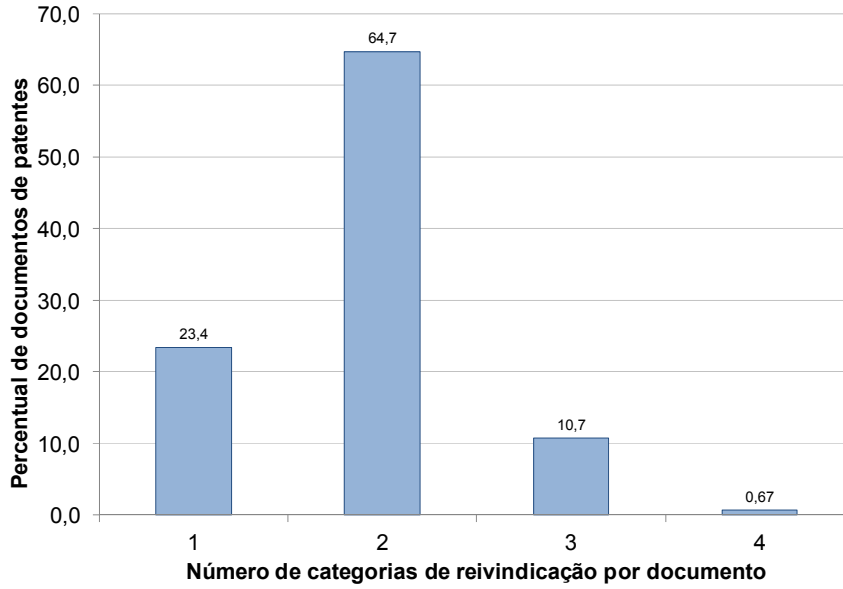
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.1 Distribuição do número de reivindicações para cada documento analisado da amostra de texto completo.

Tabela H.1 Perfil das reivindicações por subdomínio tecnológico (top 20).

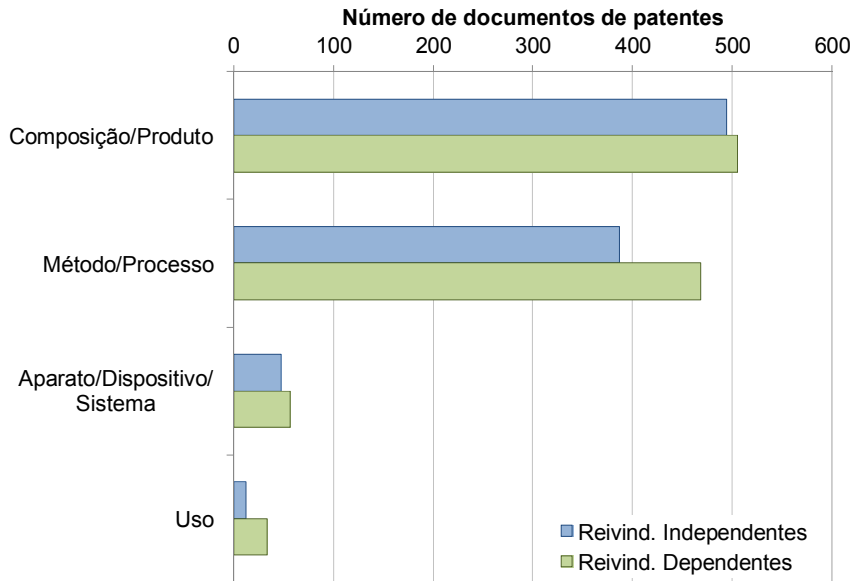
| Subdomínio tecnológico | # documentos | # reivindicações | # reivindicações/ documento |
|------------------------------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| Farmacêutico-Cosmético | 283 | 10085 | 35,6 |
| Química Macromolecular | 166 | 4354 | 26,2 |
| Processamento de Materiais | 158 | 4119 | 26,1 |
| Química de Base | 97 | 2890 | 29,8 |
| Tratamento de Superfície | 84 | 2576 | 30,7 |
| Engenharia Médica | 77 | 2716 | 35,3 |
| Biotecnologia | 76 | 2418 | 31,8 |
| Procedimentos Técnicos | 57 | 1655 | 29,0 |
| Materiais-Metalurgia | 56 | 1474 | 26,3 |
| Produtos Agrícolas e Alimentares | 54 | 1584 | 29,3 |
| Química Orgânica | 40 | 1738 | <u>43,5</u> |
| Manutenção-Gráfica | 19 | 750 | <u>39,5</u> |
| Análise-Mensuração-Controle | 16 | 476 | 29,8 |
| Consumo das Famílias | 14 | 305 | 21,8 |
| Componentes Elétricos | 14 | 326 | 23,3 |
| Aparelhos Agrícolas e Alimentícios | 13 | 505 | <u>38,8</u> |
| Máquinas-Ferramentas | 12 | 442 | <u>36,8</u> |
| Transportes | 11 | 239 | 21,7 |
| Meio Ambiente-Poluição | 10 | 292 | 29,2 |
| Ótica | 9 | 345 | <u>38,3</u> |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.



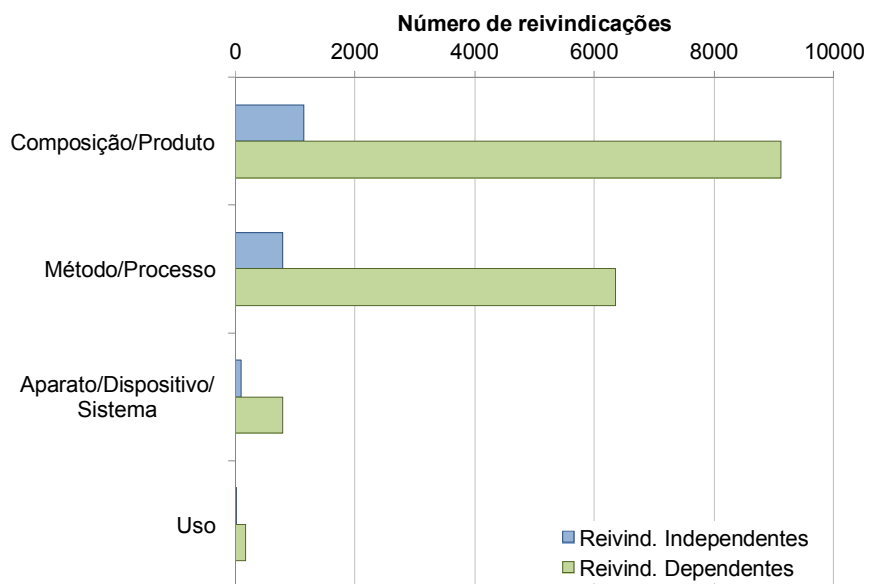
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.2 Número de categorias de reivindicação por documento de patente.



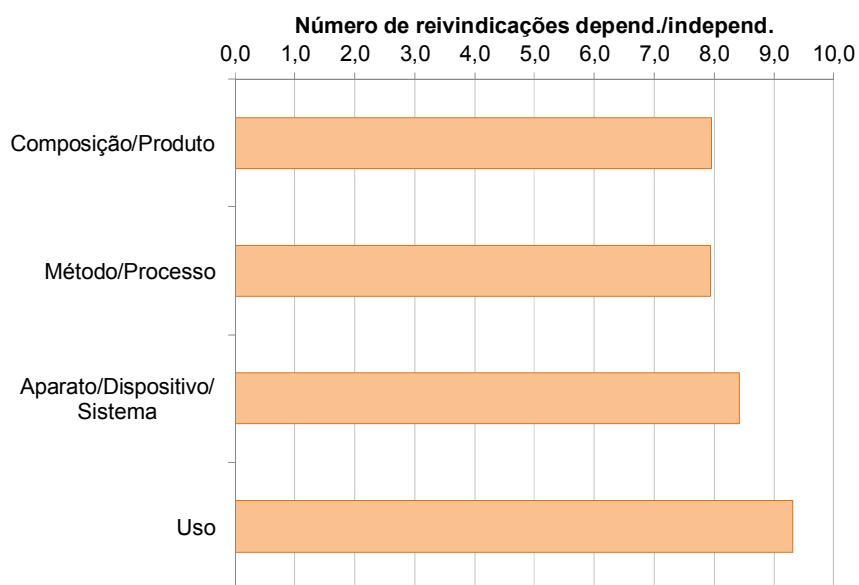
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.3 Número de documentos de patente por categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes.



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.4 Número de ocorrência de categorias separadas por reivindicações dependentes e independentes.



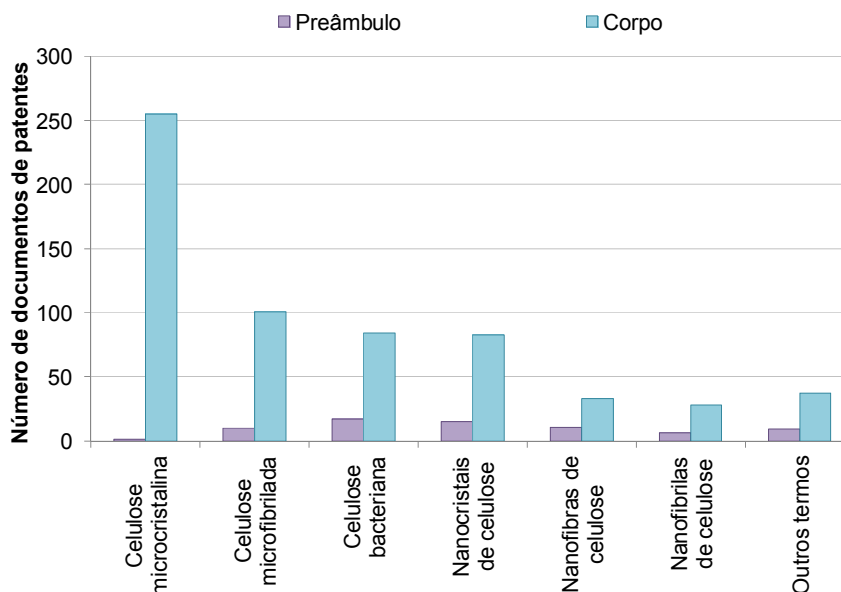
Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.5 Razão entre o número de reivindicações dependentes sobre o número de reivindicações de pendentés por categoria.

Tabela H.2 Total e percentual de documentos de patente, número de reivindicações total e por documento para os principais países de prioridade da amostra depositada nos EUA.

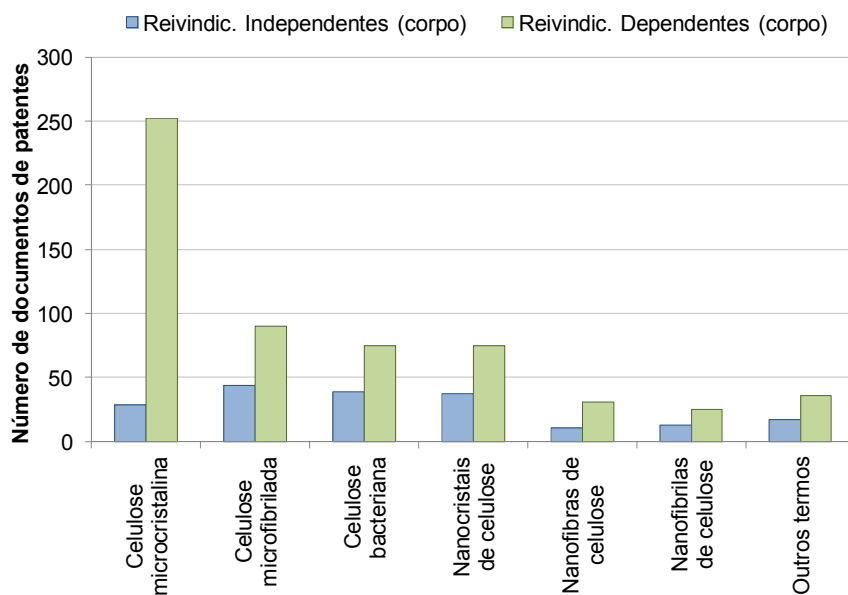
| País/ Região | # doc. patentes | % doc. patentes | # reivind. | # reivind./doc. |
|-----------------|--------------------|--------------------|------------|-----------------|
| EUA | 348 | 58,2 | 12232 | 35,1 |
| EPO | 46 | 7,69 | 1192 | 25,9 |
| Japão | 41 | 6,86 | 626 | 15,3 |
| Índia | 24 | 4,01 | 498 | 20,8 |
| Finlândia | 21 | 3,51 | 458 | 21,8 |
| Suécia | 19 | 3,18 | 388 | 20,4 |
| R. Unido | 18 | 3,01 | 445 | 24,7 |
| Alemanha | 13 | 2,17 | 306 | 23,5 |
| França | 13 | 2,17 | 309 | 23,8 |
| PCT | 13 | 2,17 | 383 | 29,5 |
| Dinamarca | 7 | 1,17 | 335 | 47,9 |
| Coréia | 6 | 1,00 | 82 | 13,7 |
| Austrália | 5 | 0,84 | 171 | 34,2 |
| Taiwan | 3 | 0,50 | 54 | 18,0 |
| Brasil | 2 | 0,33 | 38 | 19,0 |
| Outros países | 19 | 3,18 | 376 | 19,8 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.6 Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o preâmbulo ou o corpo da reivindicação (independente e dependente).



Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Figura H.7 Número de documentos de patentes por tipo de nanocelulose tendo como fonte o corpo das reivindicações independentes e dependentes.

APÊNDICE I. Indicadores complementares sobre reivindicações em função de titulares de patentes

Tabela I.1 Percentual de documentos de patente por categoria de reivindicação para os principais titulares.

| Titular | País | Foco | #P | % Documentos de patentes | | | |
|----------------------|-----------|----------|----|--------------------------|------|-------|------|
| | | | | CP | MP | ADS | U |
| Procter & Gamble | EUA | Mercado | 30 | 96,7 | 70,0 | 10,0 | 3,3 |
| FPIInnovations | Canadá | Pesquisa | 16 | 81,3 | 100 | 25,0 | - |
| Pfizer | EUA | Mercado | 15 | 93,3 | 86,7 | - | 13,3 |
| Stora Enso | Suécia | Mercado | 14 | 78,6 | 100 | - | - |
| UPM-Kymmene | Finlândia | Mercado | 14 | 78,6 | 100 | 7,1 | 35,7 |
| FMC Corp | EUA | Mercado | 10 | 100 | 80,0 | 50,0 | - |
| Kimberly-Clark | EUA | Mercado | 9 | 100 | 66,7 | 11,1 | - |
| UT-Battelle | EUA | Mercado | 8 | 75,0 | 100 | - | - |
| Oregon State Univ. | EUA | Pesquisa | 6 | 50,0 | 83,3 | 100,0 | - |
| Univ. Texas | EUA | Pesquisa | 6 | 100 | 100 | 33,3 | - |
| Akzo Nobel | Holanda | Mercado | 6 | 100 | 83,3 | - | - |
| Aurobindo Pharma. | Índia | Mercado | 6 | 100 | 83,3 | - | - |
| Randbaxy Lab. | Índia | Mercado | 6 | 100 | 100 | - | - |
| Sofradim | França | Mercado | 5 | 40,0 | 100 | 60,0 | - |
| Swetree Tech. | Suécia | Mercado | 5 | 100 | 100 | - | 80,0 |
| Teva Pharm. | EUA | Mercado | 5 | 100 | 100 | - | - |
| Boehringer Ingelheim | Alemanha | Mercado | 5 | 100 | 80,0 | - | - |
| Novo Nordisk | Dinamarca | Mercado | 5 | 80,0 | 80,0 | - | - |

OBS.: #P: Número de documentos de patentes; CP: Composição/Produto; MP: Método/Processo; ADS: Aparato/Dispositivo/Sistema; U: Uso.

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Tabela I.2 Percentual de documentos de patente para os tipos de nanocelulose em função dos principais titulares dos documentos de patente.

| Titular | Celul. microcristalina | Celulose microfibrilada | Celulose bacteriana | Nanocristais de celulose | Nanofibras de celulose | Nanofibrilas de celulose |
|----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Procter & Gamble | 16,7 | 46,7 | 13,3 | 16,7 | - | - |
| FPIInnovations | 6,3 | - | 6,3 | 81,3 | - | - |
| Pfizer | 86,7 | - | - | - | - | - |
| Stora Enso | - | 71,4 | - | - | - | - |
| UPM-Kymmene | - | 42,9 | - | - | 7,1 | 42,9 |
| FMC Corp. | 90,0 | - | - | - | - | - |
| Kimberly-Clark | 44,4 | 44,4 | 11,1 | - | 11,1 | - |
| UT-Battelle | - | 12,5 | 100,0 | - | - | - |
| Oregon State Univ. | - | - | - | 83,3 | - | - |
| Univ Texas | - | 16,7 | 100,0 | 33,3 | - | 16,7 |
| Akzo Nobel | - | 66,7 | - | - | - | - |
| Randbaxy Lab. | 66,7 | - | - | 16,7 | - | - |
| Aurobindo Pharma. | 100,0 | - | - | - | - | - |
| Sofradim | - | - | 100,0 | - | - | - |
| Swetree Tech. | 20,0 | 80,0 | 40,0 | - | 20,0 | - |
| Teva Pharm. | 100,0 | - | - | - | - | - |
| Boehringer Ingelheim | 100,0 | - | - | - | - | - |
| Novo Nordisk | 80,0 | - | 20,0 | - | - | - |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Tabela I.3 Total de documentos de patente para os principais titulares dos documentos de patentes em materiais compósitos.

| Titular | País | Foco | # documentos de patentes |
|-------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| FPIInnovations | Canadá | Pesquisa | 5 |
| Oregon State Univ. | EUA | Pesquisa | 5 |
| Axcelon Biopolymers | Canadá | Mercado | 4 |
| E2E Materials | EUA | Mercado | 4 |
| UPM-Kymmene | Finlândia | Mercado | 4 |
| Biovec | EUA | Mercado | 3 |
| Hitachi | Japão | Mercado | 3 |
| Omya Devices | Suíça | Mercado | 3 |
| Swetree Tech. | Suécia | Mercado | 3 |
| Univ. Kyoto | Japão | Pesquisa | 3 |
| Univ. Tennessee | EUA | Pesquisa | 3 |
| UT-Battelle | EUA | Mercado | 3 |
| Xerox Corp. | EUA | Mercado | 3 |
| Cornell Univ | EUA | Pesquisa | 2 |
| Dow Chemical | EUA | Mercado | 2 |
| Imperial Innovations | R. Unido | Mercado | 2 |
| Innventia | Suécia | Pesquisa | 2 |
| Kimberly-Clark | EUA | Mercado | 2 |
| Mitsubishi Chem | Japão | Mercado | 2 |
| Nat. Centre for Sci. Res. | França | Pesquisa | 2 |
| Nippon Telegraph & Telephone | Japão | Mercado | 2 |
| Pioneer | Japão | Mercado | 2 |
| Rohm | Japão | Mercado | 2 |
| Technion Res & Dev Foundation | EUA | Mercado | 2 |
| Univ. British Columbia | Canadá | Pesquisa | 2 |
| Weyerhaeuser | EUA | Mercado | 2 |
| Nordkalk | Finlândia | Mercado | 2 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

Tabela I.4 Tipo de nanocelulose em função das classes de materiais poliméricos para documentos de patentes envolvendo compósitos e nanocelulose.

| Classe de Polímeros | Celulose microfibrilada | Nanocristais de celulose | Celulose bacteriana | Nanofibras de celulose | Nanofibrilas de celulose | Celulose microcristalina |
|---|-------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Polímeros acrílicos e suas modificações | 10 | 5 | 11 | 6 | 4 | 4 |
| Celulose e seus derivados | 8 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| Polímeros vinílicos e suas modificações | 6 | 6 | 8 | 5 | 1 | 3 |
| Polioléfinas | 10 | 4 | 4 | 7 | 5 | 2 |
| Poliâmidas e suas modificações | 9 | 3 | 6 | 1 | 7 | 4 |
| Proteínas | 5 | 3 | 4 | 8 | 1 | 2 |
| Poliéteres e suas modificações | 7 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 |
| Ácido polilactídeo e ácido poliglicólico | 9 | 5 | 8 | 2 | 5 | 2 |
| Amido e seus derivados | 8 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| Poliuretanos e polímeros baseados em reações de isocianatos | 6 | 3 | 4 | 6 | 1 | 3 |
| Poliésteres saturados e suas modificações | 4 | - | 2 | - | 7 | 2 |
| Polímeros com fosfato e suas modificações | 7 | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 |
| Resinas epóxi e suas modificações | 2 | 2 | 2 | 5 | - | 2 |
| Poliestirenos e suas modificações | 8 | 1 | 1 | - | 7 | 1 |
| Gomas | 2 | 3 | 3 | 5 | - | 1 |
| Poli(hidroxiclcanoato) | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 |
| Outros polímeros de cadeia heterogênia | 9 | - | 1 | 2 | 4 | 1 |
| Polímeros com enxofre e suas modificações | 7 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 |
| Pectina | 1 | 3 | 1 | 5 | - | - |
| Polímeros fluorados e suas modificações | 2 | 2 | 3 | 4 | - | - |
| Hemiceluloses | 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| Poliimidas e suas modificações | 2 | 4 | 3 | 2 | - | 1 |
| Poliésteres insaturados e suas modificações | 1 | 1 | 5 | 2 | - | 3 |
| Polímeros condutores | 8 | - | 1 | 2 | 4 | 1 |
| Policaprolactona | 1 | - | 2 | 2 | - | 2 |
| Polímeros dienos e suas modificações | 5 | 1 | 1 | 2 | 4 | - |
| Polímeros quimicamente modificados | 2 | 1 | 1 | 5 | - | - |
| Quitosana e seus derivados | - | 1 | 2 | 1 | - | 1 |
| Lignina | 4 | - | - | 1 | 4 | - |
| Resinas de melamina-ureia | 2 | 1 | 1 | 3 | - | 2 |
| Siloxanos e suas modificações | 1 | - | 1 | 2 | - | - |
| Poliâminas e suas modificações | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Poliésteres biodegradáveis | 1 | 1 | 2 | 1 | - | - |
| Poliéter cetonas | - | - | 1 | - | - | 2 |
| Quitosina e seus derivados | 1 | - | - | - | 3 | - |
| Ácidos policarboxílicos e suas modificações | 1 | 2 | - | 1 | - | 1 |
| Acrinolitrinas e suas modificações | - | 1 | - | 1 | - | - |
| Outros polissacarídeos | 1 | - | 3 | 1 | - | - |
| Poliiminas e suas modificações | 1 | 1 | 2 | 1 | - | 1 |
| Resinas fenólicas | 2 | 1 | 2 | - | - | - |
| Polifenileno e suas modificações | 1 | - | 1 | - | - | - |
| Polímeros etoxilados | 1 | 1 | 1 | 2 | - | 1 |

Fonte: Escritório Americano de Patentes e Marcas. Elaborado pelo autor.

ANEXO A. Expressão de busca modular para nanotecnologia

Tabela A.1 Estratégia de busca modular para Nanotecnologia.

| # | 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 (monolayer* OR "mono-layer*" OR film* OR quantum* OR multilayer* OR "multi-layer*" OR array* OR molecu* OR polymer* OR "co-polymer*" OR copolymer* OR mater* OR biolog* OR supramolecul*)) NOT (nano*)) |
| 4 | TS=((("molecu* motor*" OR "molecu* ruler*" OR "molecu* wir*" OR "molecu* devic*" OR "molecular engineering" OR "molecular electronic*" OR "single molecu*" OR fullerene* OR buckyball OR buckminsterfullerene OR C60 OR "C-60" OR methanofullerene OR metallofullerene OR SWCNT OR MWCNT OR "coulomb blockad*" OR bionano* OR "langmuir-blodgett" OR coulombstaircase* OR "PDMS stramp*" OR graphene OR "dye-sensitized solar cell" OR DSSC OR ferrofluid* OR "core-shell") NOT (nano*)) |
| 5 | TS=(((((TEM OR STM OR EDX OR AFM OR HRTEM OR SEM OR EELS OR SERS OR MFM) 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 "xray photoelectron*" OR "x-ray photoelectron*" OR "electron energy loss spectroscop*" OR "enhanced raman-scattering" OR "surface enhanced raman scattering" OR "single molecule microscopy" OR "focused ion beam" OR "ellipsometry" OR "magnetic force microscopy") AND (monolayer* OR "mono-layer*" OR film* OR quantum* OR multilayer* OR "multi-layer*" OR array*)) NOT (nano*)) |
| 6 | TS=((((NEMS OR quasicrystal* OR "quasi-crystal*" OR "quantum size effect" OR "quantum device") AND (monolayer* OR "mono-layer*" OR film* OR quantum* OR multilayer* OR "multi-layer*" OR array* OR molecu* OR polymer* OR "co-polymer*" OR copolymer* OR mater* OR biolog* OR supramolecul*)) NOT (nano*)) |
| 7 | TS=((((biosensor* OR ("sol gel*" OR solgel*) OR dendrimer* OR "soft lithograph*" OR "electron beam lithography" OR "e-beam lithography" OR "molecular simul*" OR "molecular machin*" OR "molecular imprinting" OR "quantum effect*" OR "surface energy" OR "molecular sieve" OR "mesoporous material*" OR "mesoporous silica" OR "porous silicon" OR "zeta potential" OR "epitax*") AND (monolayer* OR "mono-layer*" OR film* OR quantum* OR multilayer* OR "multi-layer*" OR array*)) NOT (nano*)) |
| 8 | Em bases de publicações científicas: SO=(Fullerene* OR IEEE Transactions on Nano* OR Journal of Nano* OR Nano* OR Materials Science Engineering C* OR ACS Nano OR Current Nanoscience OR Digest Journal of Nanomaterials and biostructures OR IEE Proceedings Nanobiotechnology OR IET Nanobiotechnology OR International Journal of Nanomedicine OR International Journal of Nanotechnology OR Journal of Biomedical Nanotechnology OR Journal of Computational and Theoretical Nanoscience OR Journal of Experimental Nanoscience OR Nature Nanotechnology OR Photonics and Nanostructures* OR Wiley Interdisciplinary Reviews Nano*) NOT TS=(nano*) Em bases de documentos de patentes:IP=(B82*) NOT TS=(nano*) |
| 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 nano- OR nanog- OR nanao- OR nanor- OR nanosatellite*) |
| 10 | TS=(Nanosa OR Nanoacalles OR Nanoagraylea OR nanoapiculatum OR Nanoarchaea OR Nanoarchaeota OR Nanoarchaeum OR Nanoastegotherium OR Nanobagrus OR Nanobalcis OR Nanobaris OR Nanobates OR Nanobatinae OR Nanobius OR Nanobryaceae OR nanobryoides OR Nanobuthus OR Nanocalcar OR Nanocambridgea OR nanocapillare OR nanocarpa OR nanocarpum OR Nanocarpus OR Nanocassiope OR Nanocavia OR nanocephalum OR Nanocheironon OR Nanochilina OR Nanochilus OR Nanochitina OR Nanochlaenius OR Nanochlorum OR Nanochoerus OR Nanochromis OR Nanochrysopa OR Nanochothionus OR Nanocixius OR Nanocladus OR Nanoclarella OR Nanoclavella OR nanoclimacium OR Nanoclymenia OR Nanocnide OR Nanocochlea OR Nanocolletes OR Nanococondylodesmus OR Nanocopia OR Nanocoquimba OR Nanocrinus OR Nanoctenus OR Nanocthispa OR Nanocuridae OR Nanocuris OR Nanocyclopia OR Nanocynodon OR Nanocythere OR Nanodacna OR nanodactylus OR Nanodamon OR Nanodea OR nanodealbata OR Nanodectes OR nanodella OR Nanodelphys OR nanodendron OR nanodes OR Nanodiaparsis OR Nanodiaptomus OR Nanodidelphys OR Nanodiella OR Nanodiodes OR Nanodiplosis OR Nanodiscus OR nanodisticha OR Nanodromia OR Nanodynerus OR Nanofila OR Nanofilidae OR Nanogalatea OR nanoglobum OR Nanoglossa OR Nanognathia OR Nanognathus OR Nanogomphodon OR Nanogona OR Nanogonals OR Nanogorgon OR Nanogramma OR Nanograptus OR Nanogyra OR Nanogyriini OR Nanohalus OR Nanohammus OR Nanohemicera OR nanohystrix OR nanooides OR Nanoini OR Nanojapyx OR Nanokerala OR Nanokermes OR Nanola OR Nanolachesilla OR Nanolania OR Nanolauthia OR Nanolestes OR Nanolichus OR Nanolobus OR Nanoloricida OR Nanolopium OR nanolumen OR Nanomaja OR Nanomantinae OR Nanomantini OR Nanomantis OR Nanomelon OR Nanomermis OR Nanomerus OR Nanomeryx OR Nanometa OR Nanometidae OR Nanometinae OR Nanometra OR Nanomia OR Nanomias OR Nanomicrophyes OR Nanomilleretta OR Nanomimus OR Nanomis OR nanomitra OR Nanomitriella OR Nanomitriopsis OR Nanomitus OR Nanomutilinae OR Nanomutila OR Nanomyces OR Nanomyia OR Nanomyrmacyba OR Nanomyrme OR Nanomyrmex OR Nanomyrmis OR Nanomysinae OR Nanonauca OR Nanonavis OR Nanoneis OR Nanonemoura OR nanonocicolus OR Nanonycteris OR Nanopachyulus OR Nanopagurus OR Nanoparia OR Nanopatia OR Nanopatulula OR nanopennatum OR Nanoperla OR Nanophareus OR Nanophemera OR Nanophthalmus OR Nanophya OR Nanophydes OR Nanophyidae OR Nanophydini OR Nanophyes OR Nanophyetinae OR Nanophyetus OR Nanophyidae OR Nanophyinae OR Nanophyini OR nanophylla OR Nanophyllini OR Nanophyllium OR nanophyllum OR nanophyllus OR Nanophytes OR nanophyti OR Nanophyton OR Nanopilumnus OR Nanopitar OR Nanoplagia OR Nanoplax OR Nanoplaxes OR Nanoplectrus OR Nanoplinthisus OR Nanopodella OR Nanopodellus OR nanopolymorphum OR Nanopolystoma OR Nanopria OR Nanops OR Nanopsallus OR Nanopsis OR Nanopsocetae OR Nanopsocus OR Nanopterodectes OR Nanopterum OR Nanoptilium OR Nanopus OR nanopyxis OR Nanoqia OR nanogsunquak OR Nanorafonus OR Nanorana OR Nanoraphidia OR Nanorchestes OR Nanorchestidae OR Nanorhamphus OR Nanorhathymus OR Nanorhopaea OR Nanorrhacus OR Nanorrhynchus OR Nanorhithidae OR Nanorhitha OR Nanos OR Nanosalicum OR Nanosauridae OR Nanosaurus OR Nanoschema OR Nanoschetus OR Nanoscydinus OR Nanoscypha OR Nanosella OR Nanosellini OR nanoseranur OR Nanosesarma OR nanosetus OR Nanosilene OR Nanosiren OR Nanosius OR Nanosmia OR Nanosmilus OR nanosomus OR nanospadix OR nanospathulatum OR Nanospira OR Nanospondylus OR nanospora OR Nanosteatoa OR nanostellata OR Nanostictis OR Nanostictus OR Nanostomus OR Nanostrangalia OR Nanostrea OR Nanostreptus OR Nanosura OR Nanosylvanella OR Nanotagala OR Nanotanaupodus OR nanotaphus OR Nanotermitodius OR Nanothammus OR nanotheciidea OR Nanothecium OR Nanothinophilus OR Nanothrips OR Nanothyris OR Nanotitan OR Nanotitanops OR Nanotopsis OR Nanotragulus OR Nanotragus OR Nanotrema OR Nanotrepes OR Nanotrigna OR Nanotriton OR Nanotrombium OR Nanotyranus OR Nanoviridae OR Nanovirus OR Nanowana OR Nanowestratia OR Nanoxylcopa) |
| 11 | #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 |
| 12 | #9 OR #10 |
| 13 | #11 NOT #12 |

Fonte: Arora et al.^[1]. Adaptada pelo autor.

ANEXO B. Domínios e Subdomínios Tecnológicos

Tabela B.1 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 |
| | Processamento de 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: OST ^[101]. Adaptado pelo autor.