

# ESTUDO DOS TERMOS DE BUSCA PARA RECUPERAÇÃO DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS EM NANOCELULOSE

Douglas Henrique Milanez (UFSCAR)

[douglas@nit.ufscar.br](mailto:douglas@nit.ufscar.br)

Antonio Carlos Alves Conserva (UFSCAR)

[conserva@ymail.com](mailto:conserva@ymail.com)

Roniberto Morato do Amaral (UFSCAR)

[roniberto@nit.ufscar.br](mailto:roniberto@nit.ufscar.br)

Leandro Innocentini Lopes de Faria (UFSCAR)

[eandro@nit.ufscar.br](mailto:eandro@nit.ufscar.br)

José Angelo Rodrigues Gregolon (UFSCAR)

[gregolin@nit.ufscar.br](mailto:gregolin@nit.ufscar.br)

EIXO TEMÁTICO: Métodos, Técnicas e Ferramentas para Estudos

Bibliométricos e Cientométricos

MODALIDADE: Apresentação oral

## 1 INTRODUÇÃO

A recuperação de registros bibliográficos em bases de dados com o objetivo de acompanhar a evolução de áreas científicas complexas, interdisciplinares e emergentes, como é o caso da nanotecnologia, pode ser desafiadora. Para obtenção de uma amostra representativa e acurada de publicações científicas, é importante a seleção apropriada de termos, inclusive com a consulta a especialistas. Outro fator importante é a escolha das bases de dados para realização da busca, já que esta deve ter abrangência suficiente sobre o assunto abordado (OKUBO, 1997). No contexto da nanotecnologia, muitos estudos foram dedicados ao desenvolvimento de expressões e de estratégias de busca expressivas para a área (HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011; PORTER et al., 2008; SALERNO; LANDONI; VERGANTI, 2008). Foi verificado também que amostras recuperadas por diferentes expressões de busca para nanotecnologia normalmente compartilham uma série de registros bibliográficos como consequência do compartilhamento de termos iguais (HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011), mas Arora et al. (2012) sugerem a constante revisão dos termos que compõem tais expressões de busca, pois novas palavras podem surgir em decorrência principalmente do caráter emergente da área.

O mesmo tipo de complexidade ocorre com os nanomateriais, um subcampo da nanotecnologia que, de acordo com a Comissão Europeia (2013), pode ser definido como qualquer “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 1nm e

100nm. 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 entre 1% e 50%”. 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 (MILANEZ, 2011).

Um dos nanomateriais que tem se destacado é a nanocelulose, que pode ser aplicada como agente de reforço em materiais compósitos, embalagens, papel oticamente transparente para dispositivos eletrônicos, agente texturizante em cosméticos e alimentos, curativos e implantes bioartificiais. Além disso, a nanocelulose está associada à sustentabilidade, pois é possível obtê-la a partir de fontes renováveis que incluem madeira e fibras naturais, plantas, resíduos florestais e da agricultura. Outra forma de obtenção da nanocelulose é por meio de fermentação bacteriana. Os interesses acerca do desenvolvimento deste nanomaterial envolvem a interação de diversas áreas do conhecimento, o que caracteriza as pesquisas sobre este nanomaterial como interdisciplinar (KLEMM et al., 2011; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010; MILANEZ et al, 2013).

Nanocelulose é um termo genérico para um conjunto de materiais à base de celulose em escala nanométrica, subdividindo-se em nanofibrilas de celulose e nanocristais de celulose (whiskers) (KLEM, 2011). Em publicações científicas, observa-se o aumento da diversidade de sinônimos associados à nanocelulose e, como consequência, a TAPPI (2011), organização dedicada às indústrias de papel e celulose, realizou rodadas de discussão para, entre outras iniciativas, padronizar a nomenclatura dos termos em nanofibrilas e nanocristais de celulose. A existência de vários sinônimos desafia, por exemplo, a elaboração de expressões de busca para a preparação de indicadores bibliométricos. O objetivo deste trabalho foi analisar o histórico do surgimento e a utilização de termos de busca e de sinônimos para nanocelulose na elaboração de indicadores bibliométricos que podem ser empregados para acompanhar o desenvolvimento científico deste nanomaterial baseado nos recursos das bases de dados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo envolveu temos de busca associados à nanocelulose conforme sugestões encontradas em revisões sobre o assunto (KLEMM et al., 2011; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010) e que foram validados mediante consultas a pesquisadores da área. Os

termos obtidos foram os seguintes: “*bacterial cellulose*”, “*cellulose microfibrils*”, “*cellulose crystallites*”, “*cellulose microcrystals*”, “*microfibrillated cellulose*”, “*cellulose whiskers*”, “*cellulose nanocrystals*”, “*cellulose nanofibers*”, “*cellulose nanofibrils*”, “*nanocrystalline cellulose*”, “*cellulose nanoparticles*”, “*nanocellulose*”, “*cellulose nanowhiskers*” e “*nanofibrillated cellulose*”.

Foram realizadas buscas para cada termo nas bases *Science Citation Index Expanded* e *Social Science Citation Index*, da Web of Science, e na base Compendex. Estas bases foram selecionadas com o intuito de verificar a diferença de tipologia e cobertura das bases no processo de recuperação de registros bibliográfico para cada termo. Foi obtido o número anual de publicações científicas nas mesmas utilizando ferramentas analíticas e de filtragem das bases. Adicionalmente, o número de publicações científicas foi separado em décadas e foi obtido o ano da primeira publicação em que cada termo aparecia. Na base Web of Science, também foram obtidos as áreas de pesquisas em nanocelulose caracterizadas pela *Web of Science Category* considerando o conjunto global de publicações científicas recuperadas. Foi calculado o percentual de publicações de cada campo em períodos distintos (até 2000 e 2001-2010).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O termo “*bacterial cellulose*” foi o que mais recuperou publicações científicas na base Web of Science, e se apresenta no registro bibliográfico mais antigo (1946) da base que pode ser associado à nanocelulose, conforme Tabela 1. Outros termos que apareceram em publicações científicas anteriores a década de 1990 incluem “*cellulose microfibrils*”, “*cellulose crystallites*”, “*cellulose microcrystals*” e “*microfibrillated cellulose*” e em 1995 foi indexada a primeira publicação com a palavra “*cellulose whiskers*”. Existem palavras que utilizam o radical “*micro*” como prefixo, que transmite a ideia de escala micrométrica do material, mas, de acordo com Siqueira, Bras e Dufresne (2010), trata-se de celuloses nanométricas, pois há pelo menos uma dimensão nesta escala.

Palavras com o radical “*nano*”, contudo, surgiram apenas a partir de 2001, com destaque para “*cellulose nanocrystals*” e “*cellulose nanofibers*”. O próprio termo “*nanocellulose*” apareceu pela primeira vez nos registros bibliográficos da base em 2006. Há ainda uma tendência destes termos com radical “*nano*” e também para “*bacterial cellulose*” e “*microfibrillated cellulose*” se tornarem cada vez mais relevantes nos próximos anos, pois o

número de publicações do período 2011-2013 já é superior ao valor acumulado no período 2001-2010.

Tabela 1. Publicações científicas associadas a termos da área de nanocelulose indexadas na Web of Science.

Termo	Total	Ano inicial	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2013
<i>"bacterial cellulose"</i>	1.483	1946	3	3	13	16	22	185	607	617
<i>"cellulose microfibrils"</i>	935	1954	...	10	11	22	27	232	441	191
<i>"cellulose crystallites"</i>	89	1961	...	...	1	0	6	23	40	19
<i>"cellulose microcrystals"</i>	46	1965	...	...	1	1	1	17	20	6
<i>"microfibrillated cellulose"</i>	372	1984	...	...	...	...	1	3	104	258
<i>"cellulose whiskers"</i>	247	1995	...	...	...	...	...	25	134	86
<i>"cellulose nanocrystals"</i>	432	2001	...	...	...	...	...	...	145	281
<i>"cellulose nanofibers"</i>	313	2001	...	...	...	...	...	...	107	199
<i>"cellulose nanofibrils"</i>	187	2004	...	...	...	...	...	...	50	134
<i>"nanocrystalline cellulose"</i>	154	2004	...	...	...	...	...	...	22	131
<i>"cellulose nanoparticles"</i>	73	2004	...	...	...	...	...	...	26	46
<i>"nanocellulose"</i>	328	2006	...	...	...	...	...	...	59	261
<i>"cellulose nanowhiskers"</i>	158	2006	...	...	...	...	...	...	38	120
<i>"nanofibrillated cellulose"</i>	182	2008	...	...	...	...	...	...	12	166
TOTAL	4.177	...	3	13	23	37	57	468	1563	1439

Fonte: Science Citation Index Expanded e Social Science Citation Index.

As mesmas tendências foram observadas para os dados obtidos na base Compendex, conforme Tabela 2, embora haja diferenças no número de registros bibliográficos recuperados devido a diferenças nos períodos de cobertura das bases. Deve-se considerar também que os critérios para indexação de periódicos em cada base são distintos, sendo a Web of Science uma base interdisciplinar e a Compendex voltada para engenharia. Logo, a característica interdisciplinar das pesquisas e publicações em nanocelulose provavelmente contribui também para que a base de dados multidisciplinar propicie uma recuperação de mais registros de documentos do que a base específica.

Pelo menos em parte, o uso do radical “nano” em termos associados à nanocelulose pode estar atrelado à busca e justificativa para financiamento das pesquisas envolvendo celulose em escala nanométrica. Os programas de incentivo à pesquisa em nanotecnologia aumentaram consideravelmente a partir de 2001, principalmente com o surgimento do Programa “National Nanotechnology Initiative” dos EUA, e de programas similares como o Europeu, o Japonês e de outros países (SALERNO; LANDONI; VERGANTI, 2008).

O surgimento de novos termos e expressões para se referir à nanocelulose pode estar associado à ascensão em 2001-2010 de áreas de pesquisa como Ciência dos Polímeros, Ciência dos Materiais (Papel & Madeira e Tecidos) e Química (Multidisciplinar e Orgânica),

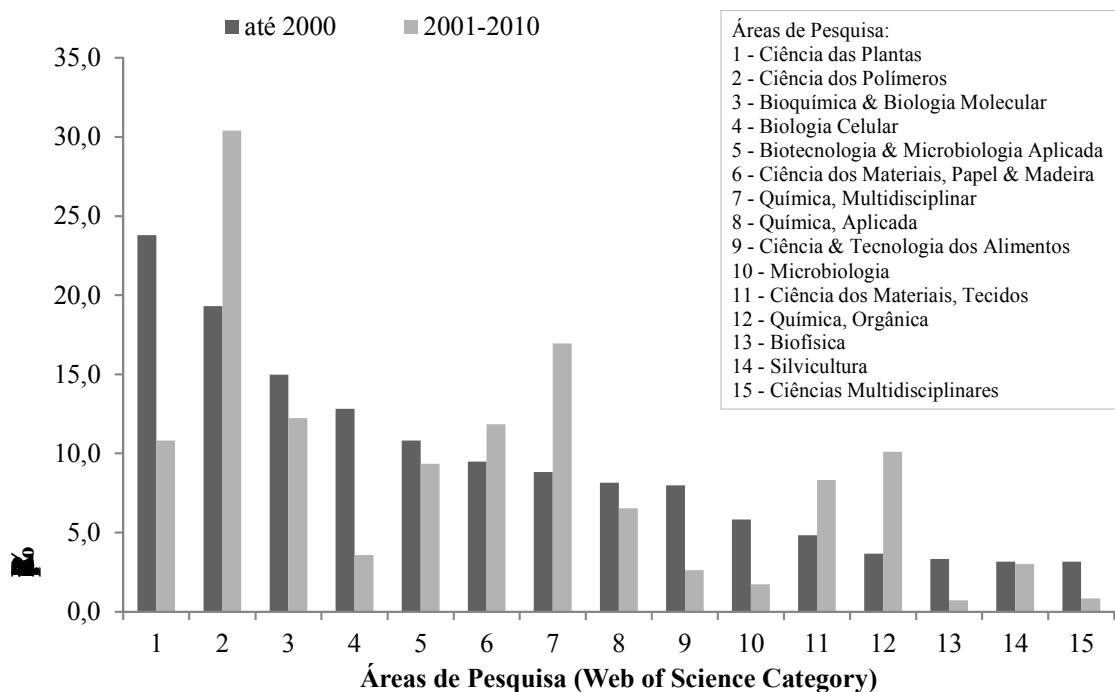
enquanto que áreas ligadas à biologia (Ciência das Plantas, Biologia Celular e outras) tiveram redução, conforme Figura 1. Esses resultados podem pelo menos em parte terem sofrido influência da recente atualização das classificações da Web of Science (LEYDESDORFF; CARLEY; RAFOLS, 2013).

Tabela 2. Publicações científicas associadas a termos da área de nanocelulose indexadas na Compendex.

Termo	Total	Ano inicial	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2013
"bacterial cellulose"	939	1971	...	...	...	9	11	62	388	442
"cellulose microfibrils"	378	1971	...	...	...	10	10	39	213	102
"cellulose crystallites"	80	1971	...	...	...	3	6	14	34	23
"cellulose microcrystals"	35	1978	...	...	...	1	2	12	15	5
"microfibrillated cellulose"	225	1986	...	...	...	...	3	3	78	131
"cellulose whiskers"	156	1995	...	...	...	...	...	18	76	61
"cellulose nanofibers"	363	2004	...	...	...	...	...	...	109	237
"cellulose nanofibrils"	172	2004	...	...	...	...	...	...	44	117
"cellulose nanoparticles"	61	2004	...	...	...	...	...	...	22	36
"cellulose nanocrystals"	441	2006	...	...	...	...	...	...	120	266
"nanocellulose"	304	2006	...	...	...	...	...	...	67	225
"nanocrystalline cellulose"	170	2006	...	...	...	...	...	...	25	138
"cellulose nanowhiskers"	166	2006	...	...	...	...	...	...	39	121
"nanofibrillated cellulose"	182	2008	...	...	...	...	...	...	21	153
TOTAL	3.100	...	...	...	...	18	32	140	1088	1717

Fonte: Compendex.

Figura 1: Principais áreas de pesquisa e sua representatividade sobre o total de publicações em nanocelulose.



Fonte: Science Citation Index Expanded e Social Science Citation Index.

## 4 CONCLUSÃO

O estudo dos termos que compõem uma expressão de busca pode fornecer subsídios interessantes para compreensão do contexto envolvendo determinado assunto. No caso da nanocelulose, observou-se a rápida ascensão de termos com o prefixo “nano” a partir de 2001, provavelmente, por causa de necessidade de adequação do vocabulário dado aumento dos programas de incentivo ao desenvolvimento da nanotecnologia. Paralelamente, o desenvolvimento de pesquisa sobre este nanomaterial, em áreas como Ciência dos Polímeros, Ciência dos Materiais (Papel & Madeira e Tecidos) e Química (Multidisciplinar e Orgânica). Além do aumento do uso do termo nano, verificou-se também o aumento para “*bacterial cellulose*” e “*microfibrilated cellulose*”. Embora haja iniciativas de padronização da nomenclatura referente aos tipos de nanocelulose (nanofibrilas e nanocristais de celulose), na prática ainda não se verificar essa convergência, possivelmente devido à adoção recente, ocorrida em 2011. Os resultados obtidos nas duas bases de dados empregadas apresentaram tendências similares para os termos estudados e os recursos usados permitiram avaliar a emergência dos novos termos. Adicionalmente, o número de publicações recuperados a partir da Web of Science, de natureza multidisciplinar, foi maior do que a Compendex, dedicada à engenharia, em parte, por causa da natureza interdisciplinar das pesquisas em nanocelulose. Consequentemente, a base Web of Science forneceria indicadores com panorama acurado das diferentes áreas de pesquisa que estão estudando nanocelulose enquanto que a Compendex tenderia a fornecer subsídios focados para o contexto de engenharia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPESP e aos Programas de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e em Ciência, Tecnologia e Sociedade pelo apoio ao desenvolvimento do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

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, 21 dez. 2012.

COMISSÃO EUROPEIA. **Nanomaterials**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/#definition>. Acesso em: 19 ago. 2013.



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, 28 jan. 2011.

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, 6 jun. 2011.

LEYDESDORFF, L.; CARLEY, S.; RAFOLS, I. Global maps of science based on the new Web-of-Science categories. **Scientometrics**, v. 94, n. 2, p. 589–593, mar. 2013.

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.

MILANEZ, D. H. et al. Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. **Materials Research**, v. 16, p. 635–341, mar. 2013.

OKUBO, Y. **Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples**, 1997. Disponível em: [http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems\\_208277770603](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems_208277770603). Acesso em: 12 nov. 2013.

PORTRER, A. L. et al. Refining search terms for nanotechnology. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 10, n. 5, p. 715–728, 3 ago. 2008.

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.

SIQUEIRA, G.; BRAS, J.; DUFRESNE, A. Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications. **Polymers**, v. 2, n. 4, p. 728–765, 13 dez. 2010.

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.