

Análise de bases de dados e termos de busca para estudos bibliométricos e monitoramento científico em nanocelulose

Douglas Henrique Milanez

Mestre; Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR);
douglas@nit.ufscar.br

Antonio Carlos Alves Conserva

Graduando; Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR);
conserva@ymail.com

Roniberto Morato do Amaral

Doutor; Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR);
roniberto@nit.ufscar.br

Leandro Innocentini Lopes de Faria

Doutor; Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR);
leandro@nit.ufscar.br

José Angelo Rodrigues Gregolin

Doutorando; Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR);
gregolin@nit.ufscar.br

Resumo: O presente estudo objetiva selecionar bases de dados e analisar termos de uma expressão de busca com vistas ao monitoramento científico da nanocelulose. Esse nanomaterial destaca-se por ser sustentável e de grande importância para o contexto científico brasileiro e mundial. O método de seleção envolve a escolha de bases bibliográficas pertencentes à subárea de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, do Portal de Periódicos Capes/MEC, e a aplicação de critérios pertinentes ao monitoramento científico. Para a expressão de busca, analisa-se o papel de cada termo separadamente. Os resultados mostram que bases multidisciplinares possuem respostas similares aos critérios de seleção, enquanto bases específicas divergem consideravelmente. Constatou-se que publicações com os termos de busca com o radical “nano” crescem apenas a partir de 2001. Concluiu-se que a sistematização de seleção e análise proposta gera *insights* e contribuições para o avanço do monitoramento científico em áreas complexas, emergentes e interdisciplinares, e, sobretudo, em nanocelulose.

Palavras-chave: Bibliometria. Bases de dados. Expressão de busca. Nanotecnologia.

1 Introdução

A recuperação de registros bibliográficos de publicações científicas com o objetivo de acompanhar a evolução de áreas complexas, interdisciplinares e emergentes, como é o caso da nanotecnologia, é, muitas vezes, um desafio aos estudos bibliométricos. Para obtenção de uma amostra representativa e acurada de publicações científicas, é importante a seleção apropriada de palavras que compoñham a expressão de busca, inclusive com a consulta a especialistas. Outro fator relevante é a escolha das bases de dados para realização da busca, que deve abranger de forma suficiente o assunto em estudo (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; OKUBO, 1997; SALERNO; LANDONI; VERGANTI, 2008; HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011).

Com o intuito de fornecer subsídios à tomada de decisão em políticas públicas e planejamento estratégico, muitos estudos foram dedicados ao desenvolvimento de estratégias de busca para nanotecnologia (HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011; PORTER et al., 2008; SALERNO; LANDONI; VERGANTI, 2008). Contudo, Huang, Notten e Rasters (2011) verificaram que amostras recuperadas por diferentes expressões de busca, mas com termos em comum, compartilham uma série de registros bibliográficos. Neste sentido, Arora et al. (2013) 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, subcampo da nanotecnologia, que, de acordo com a Comissão Europeia (2013, documento eletrônico não paginado, tradução nossa), pode ser definido como:

[...] 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 envolvem diversos tipos de nomenclaturas, por exemplo, 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 de destaque é a nanocelulose, que pode ser aplicada como agente de reforço em materiais compósitos, embalagens, papel opticamente transparente para dispositivos eletrônicos, agente texturizante em cosméticos, também em alimentos, curativos e implantes bioartificiais. Além disso, a nanocelulose associa-se à sustentabilidade, uma vez que é possível obtê-la a partir de fontes renováveis que incluem madeira e fibras naturais, plantas e resíduos florestais e agrícolas. A fermentação bacteriana, também chamada de biossíntese bacteriana, é outro meio de obtenção do polissacarídeo. Os interesses acerca do desenvolvimento deste nanomaterial resultam em pesquisas interdisciplinares, já que envolvem a interação de diversas áreas do conhecimento (KLEMM et al., 2011; MILANEZ et al., 2013a; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010). O Brasil figura entre os principais produtores mundiais de celulose, além de possuir adequada infraestrutura de ciência e tecnologia ligada ao agronegócio (MILANEZ et al., 2013a). Desta forma, a nanocelulose é um nanomaterial estratégico para o país.

A nanocelulose é abordada em poucos estudos bibliométricos. Em um artigo de revisão, Siró e Plackett (2010) verificaram a evolução anual das publicações científicas e pedidos de patente em nanocelulose entre 1983 e 2009, constatando um crescimento a partir de meados dos anos 2000, embora não tenham explorado muitos indicadores bibliométricos. Charreau, Forest e Vazquez (2013) mapearam as tendências de patenteamento, principais depositantes e tecnologias em nanocelulose por meio de indicadores bibliométricos elaborados a partir de documentos de patente. Eles averiguaram que em 2010 e 2011 houve um aumento significativo no patenteamento, com forte participação de institutos de pesquisa e universidades. MILANEZ et al. (2013a), por sua vez, compararam o avanço científico e tecnológico da nanocelulose com o de outros nanomateriais e com a nanotecnologia

em geral. Os resultados mostraram que a nanocelulose desenvolve-se de forma mais acelerada que a nanotecnologia e está em um estágio mais emergente que os demais nanomateriais, além de constatarem a existência de um núcleo de países que têm se dedicado ao desenvolvimento deste nanomaterial.

Nanocelulose é um termo genérico para um conjunto de materiais à base de celulose, um dos polímeros mais abundantes na escala nanométrica. Em publicações científicas, observou-se o aumento da diversidade de sinônimos associados à nanocelulose (KLEMM et al., 2011; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010; SIRÓ; PLACKETT, 2010) e, como consequência, a organização internacional Technological Association of the Pulp and Paper Industry - TAPPI (2011), 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 para monitoramento científico e tecnológico.

Outro fator importante em estudos bibliométricos é a seleção apropriada das bases de dados que fornecerão os dados bibliográficos de publicações científicas para a construção dos indicadores. As bases de dados podem ser classificadas como multidisciplinares ou específicas (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; OKUBO, 1997). É recomendável a adoção de múltiplas bases (pelo menos uma de cada tipo) com o intuito de confirmar tendências e gerar insights acerca do desenvolvimento científico do assunto desejado (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; FARIA et al., 2010; OKUBO, 1997; WATTS; PORTER, 1997).

Em estudos bibliométricos envolvendo nanotecnologia e nanomateriais, devido às características intrínsecas destes temas, apenas utilizam-se bases de dados multidisciplinares (HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011; KOSTOFF; KOYTSCHEFF; LAU, 2009; MILANEZ et al., 2013a, 2013b; PORTER et al., 2008; ROBLES-BELMONT; VINCK, 2011; WANG; NOTTEN; SURPATEAN, 2013; YOUTIE; SHAPIRA; PORTER, 2008). Considerando as lacunas de conhecimento verificadas e visando contribuir para o avanço das pesquisas em monitoramento do desenvolvimento científico da nanocelulose, o objetivo deste estudo foi selecionar

bases de dados por meio de critérios que envolvem a disponibilidade de recursos e a cobertura de assunto. Objetivou-se também analisar o histórico do surgimento e a utilização de termos de busca e de sinônimos para celulose em escala nanométrica, como contribuição para o avanço das pesquisas em monitoramento do desenvolvimento científico da nanocelulose.

2 Método

2.1 Processo de seleção e análise das bases de dados

Bases de dados bibliográficas eletrônicas para bibliometria e monitoramento científico foram selecionados a partir do conjunto de bases pertencentes à subárea de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, da área do conhecimento de Engenharias, conforme busca no Portal de Periódicos da Capes (www.periodicos.capes.gov.br), realizada em março de 2013. Foram encontradas 32 bases classificadas dentro da subárea indicada, das quais 11 eram referenciais ou bibliográficas. Deste conjunto, duas bases de dados multidisciplinares destacaram-se: a Web of Science (www.webofknowledge.com), da Thomson Reuters, e a Scopus (www.scopus.com), da Elsevier. Entre as demais bases, duas específicas foram selecionadas: a Compendex Engineering Village (www.engineeringvillage.com), da Elsevier, com foco na Engenharia, e a Materials Research Database (www.proquest.com/materials), da Proquest, que engloba diversas sub-bases de grande importância para a subárea Engenharia de Materiais e Metalúrgica, incluindo o Aluminum Industry Abstracts, o Ceramic Abstracts/World Ceramics Abstracts, o Copper Data Center Database, o Corrosion Abstracts, o Engineered Materials Abstracts, o Materials Business File e o METADEX.

As bases bibliográficas de publicações científicas identificadas foram avaliadas considerando os seguintes critérios:

- a) cobertura: tomou-se o período total e exaustivo da base, o total de periódicos indexados ativos, a estimativa do total de publicações indexadas, o acesso às citações recebidas pelas publicações e às referências destas;

- b) recursos de busca: verificou-se a possibilidade do uso de operadores booleanos, de proximidade e de coringas, bem como a capacidade da base para realizar busca nos campos “título, resumo e palavras-chave”;
- c) recursos de análise preliminar/filtragem: constatou-se a presença ou não destes recursos que, em geral, são úteis no processo de recuperação da informação (os recursos em si não foram analisados, apenas se verificou a existência ou não);
- d) recursos de coleta: verificou-se o número de registros recuperáveis por busca, o total de registros que podem ser coletados, o número de registros por arquivo exportado e a existência ou não de opção para o formato do arquivo de exportação em texto pleno, que é um formato normalmente utilizado em análises bibliométricas automatizadas;
- e) número de publicações científicas em nanocelulose: conferiu-se a abrangência sobre o assunto de interesse, considerando comparativamente o total de publicações durante todo o período de cobertura das bases e o número anual de publicações no período entre 2000 e 2012.

Além de pesquisas exploratórias nas bases, informações sobre cada um dos critérios considerados foram obtidas nos sites de acesso a elas (opção ‘Ajuda’) ou nos sites das empresas proprietárias (ELSEVIER, 2014; PROQUEST, 2014; THOMSON REUTERS, 2014). O total de publicações científicas em nanocelulose foi obtido aplicando-se a seguinte expressão de busca nos campos títulos, resumos e palavras-chave: (*"bacterial cellulose" OR "cellulose microfibrils" OR "cellulose crystallites" OR "cellulose microcrystals" OR "microfibrillated cellulose" OR "cellulose whiskers" OR "cellulose nanocrystals" OR "cellulose nanofibers" OR "cellulose nanofibrils" OR "nanocrystalline cellulose" OR "cellulose nanoparticles" OR nanocellulose OR "cellulose nanowhiskers" OR "nanofibrillated cellulose"*).

Os termos da busca foram selecionados conforme sugestões encontradas em revisões sobre o assunto (KLEMM et al., 2011; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010) e validados mediante consultas a pesquisadores da área (MILANEZ et al., 2013a). As buscas em nanocelulose consideraram a cobertura total de cada base. Optou-se por não utilizar os operadores coringas no processo de recuperação de

publicações científicas em nanocelulose. Foi obtido o indicador de evolução temporal do número de publicações científicas para cada base com o intuito de verificar eventuais diferenças no desenvolvimento científico em nanocelulose nas diferentes bases de dados.

2.2 Processo para análise dos termos de busca para nanocelulose

Para cada termo isolado e pertencente à expressão de busca para nanocelulose (apresentada no tópico 2.1), foram realizadas buscas nas bases Web of Science (apenas o Science Citation Index Expanded e Social Science Citation Index) e Compendex Engineering Village. Essas bases foram selecionadas para verificar a diferença de tipologia (multidisciplinar x específica) e a influência da cobertura das bases no processo de recuperação de registros bibliográficos para cada termo. Foi obtido o número anual de publicações científicas nestas bases utilizando-se ferramentas analíticas e de filtragem por meio de procedimentos indicados em outros estudos (MILANEZ et al., 2013b). Adicionalmente, o número de publicações científicas foi agrupado em décadas e foi verificado o ano da primeira publicação em que cada termo apareceu.

Na base Web of Science também foram levantadas as áreas de pesquisas em nanocelulose caracterizadas pelas áreas da Web of Science Category, considerou-se o conjunto global de publicações científicas recuperadas. Foi calculado o percentual de publicações para cada área em períodos distintos (sendo eles “até 2000” e “2001-2010”).

3 Resultados e discussão

3.1 Bases de dados para monitoramento científico em nanocelulose

As bases de dados multidisciplinares assemelham-se quanto aos critérios de inclusão de citação e referência dos registros indexados e recursos de coleta dos registros. No entanto, a Scopus compreende um período total de cobertura maior do que a Web of

Science, embora esta última tenha um período de cobertura exaustivo superior, o que forneceria maior precisão em levantamentos históricos anteriores a 1996. A base Scopus também apresenta o maior número de periódicos científicos indexados e, conseqüentemente, uma maior quantidade de publicações científicas disponíveis confirmadas pela estimativa de publicações indexadas, o que aumenta a chance de se encontrar publicações de interesse.

Essa maior quantidade de periódicos da Scopus pode ser em decorrência do fato da Elsevier, proprietária da base, ser uma grande editora de revistas científicas, facilitando a indexação de seus periódicos numa base bibliográfica (ELSEVIER, 2014). Com relação aos recursos de coleta, a base Web of Science permite a recuperação de um maior número de registros bibliográficos por busca, o que não exige a quebra da busca em vários períodos para possibilitar a coleta de todos os registros recuperados (como é o caso da Scopus). No entanto, a Web of Science requer a coleta de um maior número de arquivos com os registros, aumentando assim a probabilidade de erros decorrente da operação de coleta manual (cada arquivo da Web of Science contém 500 registros, enquanto cada um da Scopus contém 2000).

Por outro lado, as bases apresentaram igualdade nos critérios de busca, permitindo o emprego de operadores booleanos, de proximidade e de coringas, e a realização de buscas nos campos título, resumo e palavras-chave dos registros bibliográficos, que são os campos de interesse, visto que uma expressão de busca para nanocelulose ou outros nanomateriais envolve, geralmente, o uso de palavras-chave (CHANG; WU; LEU, 2010; KOSTOFF et al., 2000; LV et al., 2011; MILANEZ et al., 2013a). Além disso, essas bases se assemelham na opção de exportação dos registros bibliográficos em formato de texto e valores separados por vírgula (recursos de coleta) e tipos de arquivos recorrentemente utilizados em análise bibliométrica. O Quadro 1 apresenta uma síntese da comparação entre as bases de dados multidisciplinares Web of Science e Scopus.

Quadro 1 - Comparativo entre as bases de dados multidisciplinares para estudos bibliométricos e monitoramento científico em nanocelulose

Crítérios de Avaliação	Web of Science	Scopus
a) Cobertura <ul style="list-style-type: none"> • Período total • Período exaustivo • Total de periódicos indexados ativos • Estimativa de publicações indexadas • Inclusão de citação/referência 	A partir de 1900 A partir de 1945 11.154 > 44 milhões ✓	A partir de 1823 A partir de 1996 19.452 > 49 milhões ✓
b) Recursos de busca <ul style="list-style-type: none"> • Operadores Booleanos • Operadores de proximidade • Coringas • Título, resumo e palavras-chave • Vocabulário controlado 	✓ ✓ ✓ ✓ x	✓ ✓ ✓ ✓ x
c) Recursos de análise preliminar/refinamento	✓	✓
d) Recursos de coleta <ul style="list-style-type: none"> • Total de registros recuperáveis por busca • Total de registros disponíveis para coleta • Total de registros por arquivo • Opção de exportação dos arquivos em texto 	Não limitado 100.000 500 ✓	Não limitado 2.000 2.000 ✓
e) Total de publicações em nanocelulose	2.875	2.981

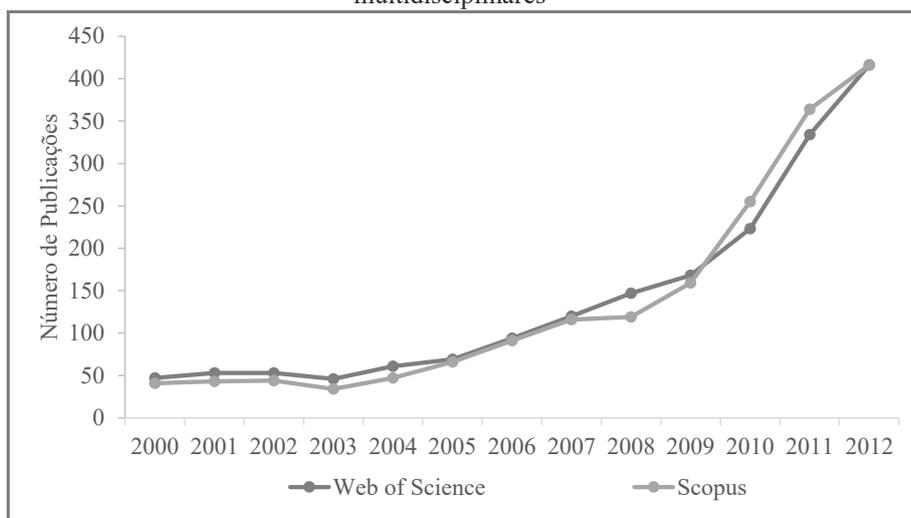
Fonte: Web of Science e Scopus.

Assim, no contexto da nanocelulose, as bases apresentaram um comportamento similar, embora haja ligeiramente mais publicações na Scopus do que na Web of Science, o que também pode estar associado à questão do maior número de periódicos indexados naquela base. O número anual de publicações científicas em ambas as bases cresceu de maneira muito semelhante, conforme a Figura 1. Desta forma, verificou-se que qualquer uma das bases poderiam ser utilizadas em estudos bibliométricos e de monitoramento em nanocelulose.

No que tange as bases de dados específicas, apesar de terem focos distintos, verificou-se proximidade nos seguintes quesitos, conforme Quadro 2: no período de cobertura (total e exaustivo), no total de periódicos indexados, nos recursos para realização das buscas, nos recursos de análise preliminar/refinamento e nos formatos de arquivos para coleta. A base Compendex Engineering Village (CEV) diferencia-se por incluir citações (embora elas remetam à base Scopus e a informação não venha no registro coletado) e possuir a opção de busca por vocabulário controlado, o que facilita o processo de recuperação da informação. Com relação à base Materials Research Database (MRD), não foi possível identificar o total de registros que

podem ser recuperados em uma única busca e nem a quantidade de registros por arquivo, pois o total de publicações encontrado para nanocelulose foi inferior a este máximo. Portanto, estes resultados indicam que as bases específicas se mostraram mais limitadas que as multidisciplinares no critério de recursos de coleta e cobertura para o assunto nanocelulose, focalizado na pesquisa.

Figura 1 - Número anual de publicações científicas em nanocelulose para as bases de dados multidisciplinares



Fonte: Web of Science e Scopus.

A Figura 2 expõe a distribuição das publicações para o assunto nanocelulose nas bases de dados específicas. Foram encontradas 4,4 vezes mais publicações na base CEV do que na base MRD (Quadro 2). O crescimento anual do número de publicações científicas em nanocelulose indexadas na base CEV apresentou comportamento semelhante ao observado nas bases multidisciplinares, e mais significativo do que na outra base específica MRD, como mostrado na Figura 2. Esses resultados sugerem que a CEV possui uma coleção de periódicos com o foco do estudo em nanocelulose mais completa do que a MRD, além de ser também mais adequada quanto aos critérios de seleção considerados e quanto aos estudos bibliométricos e de monitoramento científico em nanocelulose.

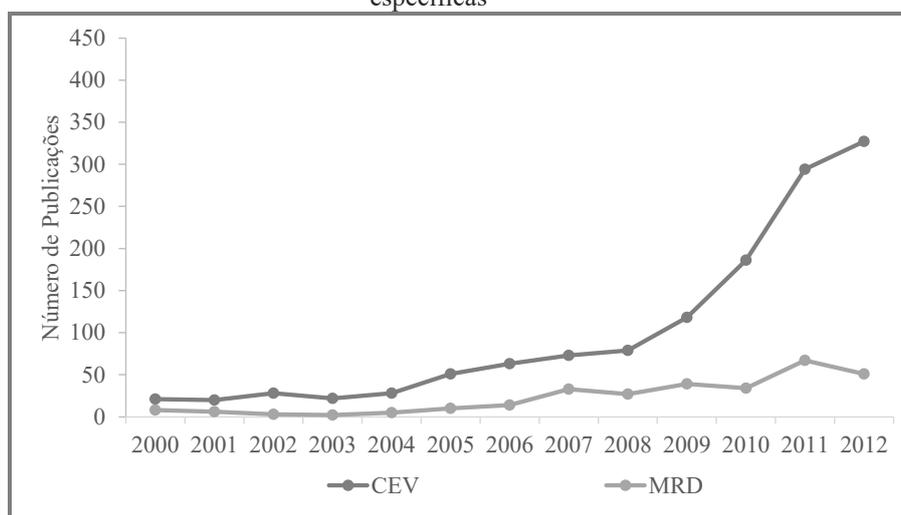
Quadro 2 - Comparativo entre as bases de dados específicas para estudos bibliométricos e monitoramento em nanocelulose

Critérios de Avaliação	CEV	MRD
a) Cobertura <ul style="list-style-type: none"> • Período total • Período exaustivo • Total de periódicos indexados ativos • Estimativa de publicações indexadas • Inclusão de citação/referência 	A partir de 1970 A partir de 1970 3.536 > 15 milhões Apenas citações*	A partir de 1965 A partir de 1965 3.346 > 10 milhões x
b) Recursos de busca <ul style="list-style-type: none"> • Operadores Booleanos • Operadores de proximidade • Coringas • Título, resumo e palavras-chave • Vocabulário controlado 	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ x
c) Recursos de análise preliminar/refinamento	✓	✓
d) Recursos de coleta <ul style="list-style-type: none"> • Total de registros recuperáveis por busca • Total de registros disponíveis para coleta • Total de registros por arquivo • Opção de exportação dos arquivos em texto 	Não limitado 4.000 500 ✓	Não limitado Não identificado Não identificado ✓
e) Total de publicações em nanocelulose	2.026	458

* As citações indicadas na base CEV remetem aos dados da base Scopus.

Fonte: Engineering Village e Materials Research Database.

Figura 2 - Número anual de publicações científicas em nanocelulose para as bases de dados específicas



Fonte: Compendex Engineering Village e Materials Research Database.

3.2 Análise dos termos que compõem a expressão de busca em nanocelulose

O termo “bacterial cellulose” foi o que mais recuperou publicações científicas na base Web of Science, aparecendo no registro bibliográfico mais antigo (1946) da base que pode ser associado à nanocelulose, conforme Tabela 1. Esse termo de busca também foi o que mais recuperou publicações científicas na base CEV, como mostrado na Tabela 2. De fato, as pesquisas envolvendo a celulose obtida a partir de fermentação bacteriana datam do final do século XIX, sendo o estudo de Brown (1886) o primeiro a documentar este material. Outros termos que apareceram em publicações científicas anteriores à 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, transmitindo assim a ideia de escala micrométrica do material; entretanto, de acordo com os autores Siqueira, Bras e Dufresne (2010), trata-se, na verdade, de celuloses nanométricas, pois o material apresenta pelo menos uma dimensão nesta escala.

Tabela 1 - Publicações científicas indexadas na Web of Science associadas aos termos de busca em nanocelulose

Termo	Total	Ano inicial	≤ 1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2013
“bacterial cellulose”	1.466	1946	19	16	22	185	607	617
“cellulose microfibrils”	934	1954	21	22	27	232	441	191
“cellulose crystallites”	89	1961	1	0	6	23	40	19
“cellulose microcrystals”	46	1965	1	1	1	17	20	6
“microfibrillated cellulose”	366	1984	...	...	1	3	104	258
“cellulose whiskers”	245	1995	...	...	...	25	134	86
“cellulose nanocrystals”	426	2001	...	...	...	...	145	281
“cellulose nanofibers”	306	2001	...	...	...	...	107	199
“cellulose nanofibrils”	184	2004	...	...	...	...	50	134
“nanocrystalline cellulose”	153	2004	...	...	...	...	22	131
“cellulose nanoparticles”	72	2004	...	...	...	...	26	46
“nanocelulose”	320	2006	...	...	...	...	59	261
“cellulose nanowhiskers”	158	2006	...	...	...	...	38	120
“nanofibrillated cellulose”	178	2008	...	...	...	...	12	166
TOTAL	3603	...	39	37	57	468	1563	1439

Fonte: Web of Science.

Palavras com o radical “nano”, contudo, surgiram apenas a partir de 2001, com destaque para “cellulose nanocrystals” e “cellulose nanofibers”. O próprio

termo “nanocelulose” apareceu pela primeira vez nos registros bibliográficos da base em 2006. Há, ainda, uma tendência destes termos com radical “nano” e também para os termos “bacterial cellulose” e “microfibrillated cellulose” de se tornarem cada vez mais relevantes nos próximos anos, pois o número de publicações do período de 2011 a 2013 já é superior ao valor acumulado no período de 2001 a 2010 nestes casos.

Tabela 2 - Publicações científicas indexadas no CEV associadas aos termos de busca em nanocelulose

Termo	Total	Ano inicial	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2013
“bacterial cellulose”	912	1971	9	11	62	388	442
“cellulose microfibrils”	374	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”	215	1986	...	3	3	78	131
“cellulose whiskers”	155	1995	...	...	18	76	61
“cellulose nanofibers”	346	2004	...	...	...	109	237
“cellulose nanofibrils”	161	2004	...	...	...	44	117
“cellulose nanoparticles”	58	2004	...	...	...	22	36
“cellulose nanocrystals”	386	2006	...	...	...	120	266
“nanocelulose”	292	2006	...	...	...	67	225
“nanocrystalline cellulose”	163	2006	...	...	...	25	138
“cellulose nanowhiskers”	160	2006	...	...	...	39	121
“nanofibrillated cellulose”	174	2008	...	...	...	21	153
TOTAL	2995	...	18	32	140	1088	1717

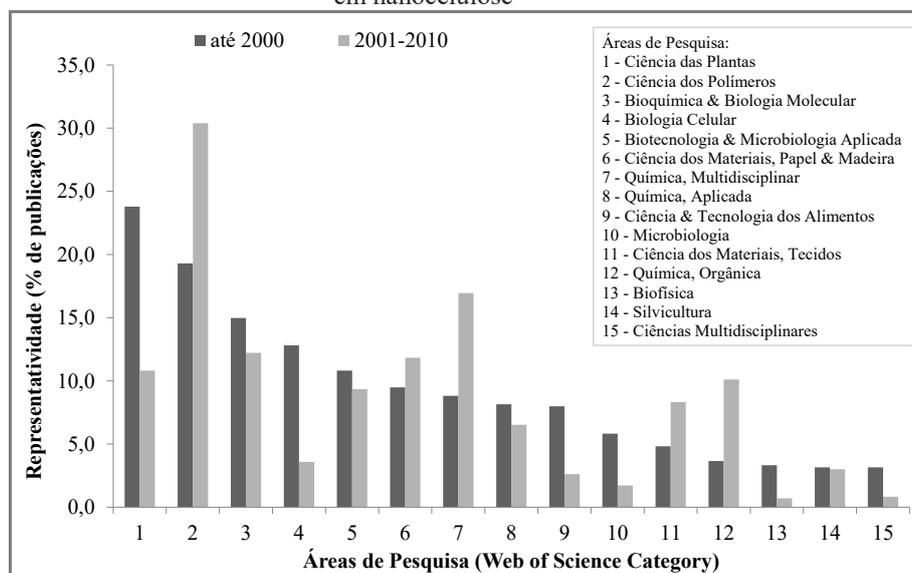
Fonte: Engineering Village.

As mesmas tendências foram observadas com os dados obtidos na base CEV, conforme Tabela 2, embora haja diferenças no número de registros bibliográficos recuperados (anual e total) e no ano em que a palavra apareceu na base devido às 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 multidisciplinar e a CEV uma base voltada para Engenharia. Logo, a característica interdisciplinar das pesquisas em nanocelulose provavelmente também contribua para que a base de dados multidisciplinar propicie uma recuperação de mais registros de documentos do que a base específica. Este resultado corrobora o uso extensivo de bases de múltiplas disciplinas em estudos bibliométricos envolvendo nanotecnologia (HUANG; NOTTEN; RASTERS, 2011). Adicionalmente, é importante salientar que o somatório de publicações científicas na

vertical das duas tabelas não corresponde ao total de registros bibliográficos daquele período, visto que um único registro pode conter dois ou mais termos de busca. Pelo menos parcialmente, o uso do radical “nano” em termos associados à nanocelulose pode estar atrelado à busca e à 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 Estados Unidos da América (EUA), e de programas similares como o europeu, o japonês, o chinês, o brasileiro e de outros países (SALERNO; LANDONI; VERGANTI, 2008; MILANEZ, 2011, MILANEZ et al. 2013a, 2013b).

O surgimento de novos termos e expressões para se referir à nanocelulose pode estar associado à ascensão durante o período de 2001 a 2010 de áreas de pesquisa como Ciência dos Polímeros, Ciência dos Materiais (Papel & Madeira e Tecidos) e Química (Multidisciplinar e Orgânica), conforme mostra a Figura 3. Por outro lado, áreas ligadas à Biologia (Ciência das Plantas, Biologia Celular e outras) tiveram redução. Esses resultados podem, pelo menos em parte, ter sofrido influência da recente atualização das classificações da Web of Science, com a inclusão de novos periódicos e a readequação dos antigos na base (LEYDESDORFF; CARLEY; RAFOLS, 2013).

Figura 3 - Principais áreas de pesquisa e sua representatividade sobre o total de publicações em nanocelulose



Fonte: Web of Science.

4 Conclusão

O método, os resultados e a discussão apresentados neste estudo podem contribuir para o avanço do conhecimento sobre o monitoramento científico em áreas complexas, emergentes e interdisciplinares. O processo de recuperação de registros bibliográficos de publicações científicas para elaboração de indicadores bibliométricos no assunto nanocelulose, que abrangeu uma seleção de base de dados e análise dos termos que compõem uma expressão de busca, mostrou-se adequado para a finalidade da pesquisa realizada, sendo também reprodutível por outros pesquisadores e aplicável a outros materiais e assuntos.

No caso da nanocelulose, ambas as bases de dados multidisciplinares avaliadas (Web of Science e Scopus) são similares quanto aos critérios de avaliação empregados e à capacidade de suprir a necessidade de informação bibliográfica para elaboração de indicadores aplicáveis ao monitoramento dos avanços científicos sobre este nanomaterial. Dentre as bases específicas, a Compendex Engineering Village destacou-se por apresentar tendências semelhantes às observadas nas bases multidisciplinares e também por ser mais completa do que a base Materials Research

Database em termos de recuperação de publicações científicas em nanocelulose, de uso de vocabulário controlado e de critérios de coleta dos dados.

O estudo também trouxe *insights* sobre os termos que compõem uma expressão de busca, minimizando os desafios provocados pela existência de diversos sinônimos acerca da nanocelulose. Observou-se a rápida ascensão da ocorrência de termos com o prefixo “nano” nas bases de dados a partir de 2001, em parte por causa do aumento dos programas governamentais de incentivo ao desenvolvimento da nanotecnologia e do interesse sobre este nanomaterial.

Além do aumento do uso de termos com o radical “nano”, verificou-se também a tendência do crescimento para os termos “bacterial cellulose” e “microfibrillated cellulose”. Embora haja iniciativa de padronização da nomenclatura referente aos tipos de nanocelulose (nanofibrilas e nanocristais de celulose), na prática ainda não se verificou essa convergência, possivelmente devido à adoção recente de tais termos padrões, ocorrida em 2011. Paralelamente ao desenvolvimento de pesquisa sobre este nanomaterial, verificou-se o aumento de publicações em periódicos científicos classificados nas áreas de Ciência dos Polímeros, Ciência dos Materiais (Papel & Madeira e Tecidos) e Química (Multidisciplinar e Orgânica).

Os termos de busca empregados se mostraram adequados para uso tanto na Web of Science quanto na Compendex Engineering Village, com tendências similares, permitindo ainda a análise da emergência de novos termos. O número de publicações recuperadas a partir da Web of Science, de natureza multidisciplinar, foi maior do que na base Compendex Engineering Village, dedicada à Engenharia, pelo menos em parte, por causa da natureza multidisciplinar das pesquisas em nanocelulose, abrangendo, por exemplo, Química, Física, Biologia, Ciência dos materiais, além das Engenharias.

Com o delineamento proposto, estudos bibliométricos e cientométricos poderão ser conduzidos com o intuito de compreender o desenvolvimento científico da nanocelulose, por exemplo, por meio de indicadores de produção, citação e ligação. Tais resultados podem servir de subsídio para tomadas de decisão em

políticas públicas e análises estratégicas acerca do nanomaterial, sobretudo no Brasil, um dos grandes produtores mundiais de celulose.

Referências

ARORA, S. K. et al. Capturing new developments in an emerging technology: an updated search strategy for identifying nanotechnology research outputs. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 351–370, abr. 2013.

BROWN, A. J. On an acetic ferment which forms cellulose. **Journal of the Chemical Society: Transactions**, London, v. 49, p. 432–439, jan. 1886.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. **Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica**. 3. ed. Gijón: Presses Universitaires de France, 1995.

CHANG, P. L.; WU, C. C.; LEU, H. J. Using patent analyses to monitor the technological trends in an emerging field of technology: a case of carbon nanotube field emission display. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 82, n. 1, p. 5–19, jan. 2010.

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**, Saif Zone, v. 7, n. 1, p. 56–80, jan. 2013.

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

ELSEVIER. **Scopus**. Disponível em: < <http://www.elsevier.com/online-tools/scopus/content-overview>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

FARIA, L. I. L. et al. Análise da produção científica a partir de publicações em periódicos especializados. In: FAPESP (Ed.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2010. p. 1-71.

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**, Indianapolis, v. 36, n. 2, p. 145–172, abr. 2011.

KLEMM, D. et al. Nanocelluloses: a new family of nature-based materials. **Angewandte Chemie**, Weinheim, v. 50, n. 24, p. 5438–5466, jun. 2011.

KOSTOFF, R. et al. Fullerene data mining using bibliometrics and database tomography. **Journal of Chemical Information and Computer Sciences**, Washington, v. 40, n. 1, p. 19–39, jan. 2000.

KOSTOFF, R. N.; KOYTCHEFF, R. G.; LAU, C. G. Y. Seminal nanotechnology literature: a review. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, Stevenson Ranch, v. 9, n. 11, p. 6239–6270, nov. 2009.

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

LV, P. H. et al. Bibliometric trend analysis on global graphene research. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 399–419, ago. 2011.

MILANEZ, D. H. **Nanotecnologia**: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

MILANEZ, D. H. et al. Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. **Materials Research**, Cambridge, v. 16, n. 3, p. 635–341, maio/ jun. 2013a.

MILANEZ, D. H. et al. Development of carbon-based nanomaterials indicators using the analytical tools and data provided by scientific publication database. **Materials Research**, Cambridge, v. 16, n. 6, p. 1282–1293, nov./dez. 2013b.

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>. Acesso em: 12 nov. 2013.

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

PROQUEST. **Sobre Materials Research Database**. 2014. Disponível em: <www.proquest.com/materials>. Acesso em: 15 jun. 2014.

ROBLES-BELMONT, E.; VINCK, D. A Panorama of nanoscience developments in Mexico based on the comparison and crossing of nanoscience monitoring methods. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, Stevenson Ranch, v. 11, n. 6, p. 5499–5507, jun. 2011.

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**, Basel, v. 2, n. 4, p. 728–765, dez. 2010.

SIRÓ, I.; PLACKETT, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review. **Cellulose**, London, v. 17, n. 3, p. 459–494, jun. 2010.

TECHNOLOGICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (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.

THOMSON REUTERS. **Principal Coleção do Web of Science**: ajuda. 2014. Disponível em: <http://thomsonreuters.com>. Acesso em: 15 jun. 2014.

WANG, L.; NOTTEN, A.; SURPATEAN, A. Interdisciplinarity of nano research fields: a keyword mining approach. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 877–892, mar. 2013.

WATTS, R. J.; PORTER, A. L. Innovation forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 56, n. 1, p. 25–47, set. 1997.

YOUTIE, J.; SHAPIRA, P.; PORTER, A. L. Nanotechnology publications and citations by leading countries and blocs. **Journal of Nanoparticle Research**, Dordrecht, v. 10, n. 6, p. 981–986, ago. 2008.

Analysing databases and search terms for bibliometric studies and scientific monitoring of nanocellulose

Abstract: This study aims at selecting databases and analyzing search terms in order to monitor the scientific advances on nanocellulose. Cellulose-based nanomaterials are sustainable and have a high importance at the worldwide and Brazilian contexts. The selection method involves choosing bibliographic databases dedicated to the Materials and Metallurgical Engineering subarea from the Capes Journal Platform/MEC, and the evaluation of considering pertinent criteria for scientific monitoring. To the search expression, the role of each term is analyzed separately. The results show that multidisciplinary databases have similar answers towards the selection criteria while specific databases diverge considerably. It is found that **Análise de bases de dados e termos de busca para estudos bibliométricos e monitoramento científico em nanocelulose** | 132

Douglas Henrique Milanez, Antonio Carlos Alves Conserva, Roniberto Morato do Amaral, Leandro Innocentini Lopes de Faria, José Angelo Rodrigues Gregolin

publications with search terms having the root “nano” only grows after 2001. The outcomes suggest that the systematic selection and analysis proposal generates insights and contributions to the advancement of scientific monitoring in complex, interdisciplinary and emerging areas, particularly in nanocelulose

Keywords: Bibliometrics. Databases. Search expression. Nanotechnology.

Recebido: 24/07/2014

Aceito: 24/11/2014

