

MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DA GOMA XANTANA SOB O ENFOQUE EM PEDIDOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO MUNDO ENTRE 1970 A 2009

TECHNOLOGY MAPPING OF XANTHAN GUM WITH A FOCUS ON PATENT APPLICATIONS FILED WORLDWIDE FROM 1970 TO 2009

Bruna Aparecida Souza Machado¹; João Henrique de Oliveira Reis²; Tamiris Vilas Boas Figueiredo³; Janice Izabel Druzian⁴;

¹Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
brunamachado@ufba.br

²Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz – CPqGM – Salvador/BA – Brasil
jreis@aluno.bahia.fiocruz.br

³Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
tamirisvilasboas@hotmail.com

⁴Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
druzian@ufba.br

Resumo

A goma xantana é um biopolímero comercial produzido por fermentação de glicose pelas bactérias do gênero Xanthomonas, com larga aplicação industrial, principalmente para a indústria de alimentos, farmacêutica e petroquímica. Devido à importância econômica deste polissacarídeo, o objetivo deste trabalho foi analisar as potencialidades, características e evolução das competências tecnológicas, traduzidas através de dados estatísticos de patentes, no que diz respeito à produção e utilização da goma xantana bem como suas aplicações industriais, no período de 1970 a 2009. O termo documento de patente abrange pedidos de patente publicados ou patentes concedidas. A pesquisa foi realizada a partir de palavras-chave do tema abordado e com os códigos da classificação internacional de patentes na base de dados do Escritório europeu, o Espacenet. O primeiro documento de patente identificado foi de 1973, tendo como o país de origem os Estados Unidos, que até 2009 apresentou o maior número de patentes depositadas relacionadas à produção e aplicação da goma xantana. O Brasil ainda possui poucas patentes na área, sendo necessários mais incentivos que visem aumentar o cenário inovativo do país.

Palavras-chave: Tendências tecnológicas, biopolímero, goma xantana, *Xanthomonas*, prospecção.

Abstract

Xanthan gum is a commercial biopolymer produced by fermentation of glucose by bacteria of the genus Xanthomonas, with wide industrial application, mainly for the food industry, pharmaceutical and petrochemical industries. Due to the economic importance of this polysaccharide, the objective of this study was to analyze the potential, characteristics and evolution of technological capabilities, translated by patent statistics, as regards the production and use of xanthan gum and its industrial applications in the period 1970 to 2009. The term patent document covers published patent applications or granted patents. The survey was conducted from keywords of the subject and the codes of the international classification of patents in the database of the European Office, the Spacenet. The first patent document identified was 1973 with the country of origin as the United States, which until 2009 had the highest number of patents related to production and application of xanthan gum. Brazil still has a few patents in the area, requiring more incentives aimed at increasing the innovative scenario of the country.

Key-words: technological trends, biopolymer, xanthan gum, *Xanthomonas*, prospecting.

1. Introdução

Um alto potencial de aplicação nos mais diversos segmentos industriais tem surgido para biopolímeros, destacando-se a indústria alimentícia e petroquímica. As vantagens dos biopolímeros microbianos sobre os obtidos de forma tradicional estão ligadas às propriedades físico-químicas reprodutíveis, custo e suprimentos estáveis. A pesquisa visando à aplicação industrial está concentrada nos polissacarídeos extracelulares, que tem processos de extração e purificação mais simples e maior produtividade (STEDANSKY et al., 1999, p. 12; DRUZIAN; PAGLIARINI, 2007, p. 27)

A xantana é um polissacarídeo produzido por fermentação por bactérias do gênero *Xanthomonas*, possuindo um elevado interesse industrial, principalmente para a indústria de alimentos, farmacêutica e petroquímica (MEDEIROS et al., 2000, p. 11; BRANDÃO et al., 2010, p. 175; GARCÍA-OCHOA et al., 2000, p. 570; BRANDÃO et al., 2008, p. 218). Nesses setores há uma contínua substituição dos polissacarídeos convencionais por produtos de origem microbiana, por inúmeras razões, como a possibilidade de modificação de suas características reológicas através do controle de parâmetros de fermentação, da independência de fatores sazonais para a produção, entre outras (VENDRUSCOLO, 1995, p. 98).

Devido ao mercado crescente, muitos estudos têm sido conduzidos objetivando o melhoramento das linhagens, dos meios de cultivo e dos processos de extração e purificação de goma xantana. A maior parte da literatura referente à produção de xantana cita o uso de glicose e sacarose como fontes de carbono preferenciais (SOUW; DEMAÏN, 1979, p. 1196), entretanto algumas fontes alternativas têm sido sugeridas (YOO; HARCUM, 1999, p. 105; NITSCHKE, 2001, p. 82; MARCOTTE et al., 2001, p. 695), visando principalmente o aproveitamento de resíduos

industriais e diminuição nos custos de produção. A utilização desses meios alternativos tem sido foco de proteção por patentes.

De acordo com Foresti (2003, p. 67), atualmente a xantana é o polissacarídeo com maior estabilidade entre os existentes no mercado, por formar soluções aquosas de alta viscosidade, extremamente pseudoplásticas, sendo altamente estável em ampla faixa de pH, é afetada apenas com valores de pH >11 e < 2.5 e é também estável em ampla faixa de temperatura (10°C a 90°C), e a viscosidade é pouco afetada pela presença de sais (GARCÍA-OCHOA et al., 2000, p. 571). Os requerimentos nutricionais mínimos necessários do meio fermentativo para a biosíntese de xantana são as fontes de C (carbono), N (nitrogênio) e P (fósforo). A fonte de C comercial é a glicose do milho, o que representa um fator crítico para a produção do polissacarídeo (GARCÍA-OCHOA et al., 2000, p. 572), podendo representar até 50% do custo do produto final. Apesar de a goma xantana ter propriedades reológicas adequadas para ser utilizada na extração terciária de petróleo, o custo de produção a partir de glicose torna esta aplicação inviável comercialmente, devido à alta quantidade de goma necessária ao processo. Por esse motivo, vem aumentando muito o interesse por substratos alternativos como, por exemplo, resíduos industriais que além de serem normalmente descartados e causa sérios problemas ambientais, podem ser utilizados como uma alternativa para produção de polissacarídeos diminuindo os custos de produção (YOO; HARCUM, 1999, p. 108; BRANDÃO et al., 2008, p. 219).

A xantana vem sendo um dos biopolímeros mais utilizados e estudados para aplicações industriais. Devido as suas características diferenciadas, no Brasil, na última década houve relevantes progressos relativos ao conhecimento das características químicas, físicas e biológicas do biopolímero bacteriano xantana, obtido de novas patovares de *Xanthomonas*, como também a caracterização de inúmeras novas cepas nativas de *Xanthomonas campestris*. A obtenção de xantana a partir de fontes alternativas é alvo de muita pesquisa entre a sociedade acadêmica com o intuito de diminuir os custos da produção deste polímero e permitindo assim o aproveitamento de resíduos agroindustriais.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de prospecção para avaliar o panorama mundial da produção e utilização da goma xantana, relacionando os documentos de patentes depositados sobre a utilização do polímero, conhecer os meios convencionais e alternativos utilizados durante a fermentação para a obtenção deste produto, bem como, estabelecer quais países são os principais detentores desta tecnologia fermentativa. O uso de estudos prospectivos ou estudos de futuro para subsidiar a tomada de decisões é uma atividade relativamente recente e decorre de um contexto de profundas mudanças principalmente no que tange a globalização da economia e a aceleração das mudanças tecnológicas.

2. Metodologia

Para a pesquisa da tecnologia protegida ou descrita em documentos de patentes referente à goma xantana, foi elaborada uma estratégia de busca que combinou os campos da Classificação Internacional de Patentes, nas quais os documentos relativos a esta tecnologia está classificada, associada a um conjunto de palavras-chave que representam as formas com as quais estes polímeros poderiam ser identificados nos documentos. A partir deste método, foi realizada a pesquisa nas bases de dados *on line* do escritório europeu Espacenet (EP), visto que abrange patentes depositadas e publicadas em mais de 80 países, incluindo, por exemplo, os pedidos de patentes depositadas no Brasil (Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI), norte americanos (*United States Patent and Trademark Office* - USPTO) e via *Patent Cooperation Treaty* (PCT).

A prospecção tecnológica foi realizada por meio de coleta, tratamento e análise das informações extraídas dos documentos de patentes encontrados. Vale destacar que o termo documento de patente abrange pedidos de patente publicados ou patentes concedidas.

Para interpretar as informações da tecnologia patenteada sobre goma xantana, cada documento foi analisado e deles extraídas as informações relevantes que descrevem a invenção, terminando por gerar gráficos que mostram os resultados de quais países e empresas são detentoras desta tecnologia, bem como, a produção e áreas de aplicação deste biopolímero.

3. Resultados e Discussão

3.1 Pesquisa dos documentos de Patentes

A pesquisa dos documentos de patentes foi realizada através da combinação de dois critérios distintos, as palavras-chave, que descreve o biopolímero de interesse, goma xantana, e os códigos da Classificação Internacional de patentes. O resultado dessa pesquisa resultou em um universo de dados composto por 9.224 registros de documentos de patente referente a tecnologia de interesse. Entretanto, é importante ressaltar que o número encontrado não representa o total de invenções protegidas nesta área, isso porque uma mesma patente pode ser depositada em diferentes países, com o objetivo de garantir o direito de exclusividade aos seus inventores nos mercados considerados como mais relevantes, uma vez que o direito da patente é territorial.

Na Tabela 1 é demonstrado o número de patentes depositadas na base de dados europeia, Espacenet (EP), que compila o acervo de patentes depositadas e publicadas em mais de 80 países, a partir da pesquisa com diferentes palavras-chave e códigos da classificação internacional de patentes.

Tabela 1 - Busca de patentes por palavras-chave, agrupamento das palavras e códigos da classificação internacional de patentes na base de dados europeia (Espacenet – EP).

Códigos e/ou palavras-chave	Número de Patentes depositadas
Xanthan Gum	3.813
Xanthan* Gum* polysaccharid* product*	138
Xanthan* Gum* polysaccharid*	515
<i>Xanthomonas</i>	827
<i>Xanthomonas campestris</i>	256
<i>Xanthomonas</i> polysaccharide	71
<i>Xanthomonas</i> fermentation	123
Xanthan Gum fermentation	137
glucose and <i>Xanthomonas</i>	49
fermentation of glucose and <i>Xanthomonas</i>	04
residue Xanthan Gum	24
industrial residue Xanthan Gum	01
residue <i>Xanthomonas</i>	10
Xanthan Gum and C12P19/00	249
Xanthan Gum and C12N1/38	33
Xanthan Gum and C08B37/00	294
<i>Xanthomonas campestris</i> and A23L1/054	05
<i>Xanthomonas campestris</i> and C08B37/00	17
<i>Xanthomonas campestris</i> and C08L5/00	06
<i>Xanthomonas campestris</i> and C12N1/20	61
<i>Xanthomonas campestris</i> and C12P19/06	95
<i>Xanthomonas campestris</i> and C12R1/64	69

Fonte: Autoria Própria (2012)

A produção de goma xantana está inserida no campo da biotecnologia, e por isso também foi feita uma pesquisa com os códigos da classificação internacional de patentes na tentativa de buscar um maior número de documentos depositados. A Figura 1 mostra o número de patentes por códigos e suas respectivas definições.

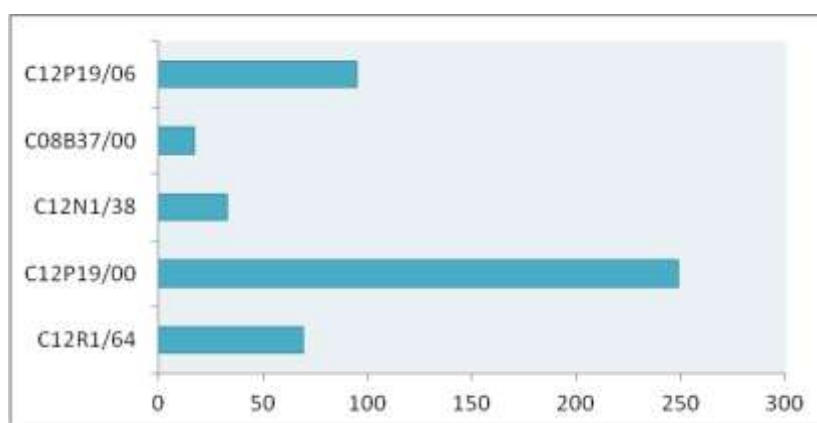


Figura 1 - Distribuição das patentes relacionadas à goma xantana por códigos da classificação internacional.

C12R1/64: *Xanthomonas*; C12P19/00: Preparação de compostos contendo radical sacarídeo; C12N1/38: Estimulação de crescimento por remoção de um composto químico; C08B37/00: Preparação de polissacarídeos não descritos em C08B1/00 ou C08B35/00; C12P19/06: Xantana.

Fonte: Autoria Própria (2012)

3.2 Origem da Tecnologia

O biopolímero conhecido como goma xantana foi descoberto no ano de 1950, por pesquisadores do *Northern Regional Research Laboratory* (NRRL), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. O estudo objetivou identificar microrganismos que produzissem gomas de interesse comercial solúveis em água (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008, p.151; BORN et al., 2002, p. 259)

A partir de 1960, pesquisas foram realizadas em alguns laboratórios industriais, culminando na produção semi-comercial da goma Kelzan pela empresa Kelco (Estados Unidos) e, em 1964, a produção comercial do polímero para propósito industrial tornou-se viável, mas para a aplicação em produtos não alimentícios (HARDING et al., 1994, p. 502). Em 1969, a goma xantana foi aprovada pelo FDA (*Food and Drug Administration*) para uso como estabilizante, emulsificante e espessante também de alimentos (ROCKS, 1971, p.1198).

Na Figura 2 é demonstrada a evolução anual de depósitos de patentes relacionados à produção e utilização da goma xantana nas áreas farmacêuticas, de alimentos, petroquímica, entre outras, entre 1970 e 2009. Entre os anos de 1970 e 1985 tem-se depósito de pedidos relacionados à tecnologia básica de produção da goma xantana. Após esse período, começa a surgir às patentes relacionadas às aplicações da goma xantana, bem como as técnicas mais modernas de obtenção do biopolímero, destacando-se o uso de fontes alternativas de carbono, como por exemplo, a sacarose. Nos ano de 2009 foi identificando um pequeno número de documentos, apenas cinco. Entretanto isso se deve ao período de sigilo, que é de 18 meses após o depósito, para que os documentos sejam publicados.

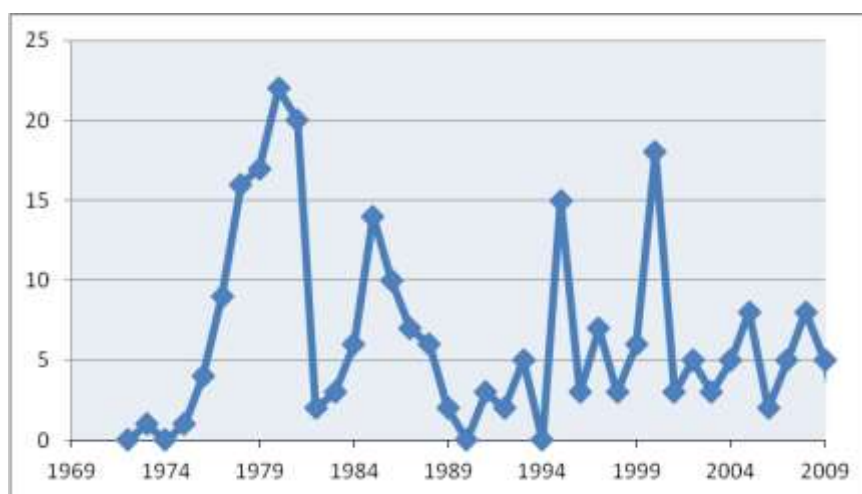


Figura 2 - Evolução anual de depósitos de patentes sobre goma xantana entre 1970 e 2009.

Fonte: Autorial Própria (2012)

Apesar das pesquisas sobre a goma xantana terem início no ano de 1960, as primeiras publicações na literatura surgiram um ano depois, e o registro da primeira patente depositada foi no ano de 1973, isto é, mais de dez anos após os primeiros estudos. A primeira patente depositada é de titularidade dos Estados Unidos (US3746094), já que este é o país de origem do depositante desta patente.

A análise dos documentos de patentes depositados, no que diz respeito aos países nos quais se originou a tecnologia patenteada, sendo esta pesquisa feita através da identificação do país de origem do depositante, mostra que esta tecnologia se encontra bastante centralizada nos países mais desenvolvidos. Os Estados Unidos é responsável pelo maior número de depósitos de patentes na área de produção, caracterização e aplicações da goma xantana. Isso já era esperado pelo fato de a tecnologia de produção deste biopolímero ter sido desenvolvido neste país, que ocupa até hoje a posição de maior produtor mundial. A Figura 3 relaciona o número de documentos de patentes depositados no escritório europeu por país de origem, ou seja, país de origem do depositante da patente, que não estão em sigilo até o momento da pesquisa.

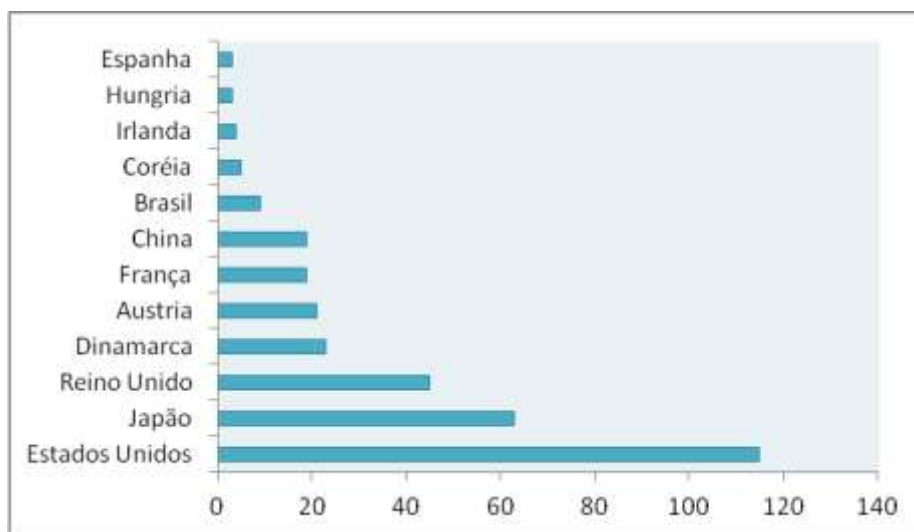


Figura 3 - Distribuição de depósitos de patentes relacionadas a goma xantana por país de origem dos depositantes. Fonte: Autoria Própria (2012)

O Brasil tem apenas nove patentes depositadas no INPI na área da produção da goma xantana no período pesquisado. Destas, três são de titularidade da Universidade Federal da Bahia, duas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, uma do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial da Bahia (SENAI – BA) e as três restantes de inventores independentes. Esse cenário de poucas patentes depositadas na área pode ser explicado pelo fato do Brasil ser importador desta goma, e ainda não produzir em escala industrial, apenas a fim de pesquisa.

Entretanto, há expectativa que num futuro próximo, esse quadro possa mudar já que a produção e a aplicação de xantana têm sido extensamente estudadas por diversos grupos de pesquisadores de universidades brasileiras, dando destaque para Universidade Federal da Bahia, que é titular de três patentes depositadas e continua com pesquisas relacionadas na área.

Vale ressaltar também, que a imaturidade do sistema de inovação no Brasil também contribui para esse cenário de poucas patentes depositadas, isso porque não existe uma articulação eficiente entre governo, empresas e universidades, capaz de promover um sistema de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) eficaz, a ponto de permitir o avanço da inovação no Brasil. É notório que existem alguns esforços para mudar esse cenário, como por exemplo, a promulgação da Lei de Inovação (10.973/2004). Essa lei mantém e amplia o apoio às parcerias entre universidade e empresa, promove a participação das universidades e dos centros de pesquisa no processo de inovação, e permite também à transferência do conhecimento da universidade para as empresas, através principalmente da obrigatoriedade de criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) nas universidades. Ainda como estratégia para mudar o quadro inovativo no país, foi promulgada, em 2005, a Lei 11.196 (substituída em 2007 pela Lei 11.487) que é conhecida como a Lei do Bem, que autoriza a utilização de benefícios fiscais para as empresas que invistam em P&D, sem necessidade de pedido formal. Esta facilidade agiliza e amplia o estímulo aos investimentos em atividades inovativas.

A produção mundial de goma xantana é estimada em 40 a 50 mil t/ano (MAYER et al., 2008, p. 76), movimentando aproximadamente 270 milhões de dólares anualmente, e o crescimento da demanda está estimado a uma taxa contínua de 5 a 10% ao ano. No Brasil, como citado anteriormente, a totalidade das gomas xantana utilizadas pelos diferentes segmentos industriais são importadas. No entanto, como o país é o maior produtor dos insumos básicos para produção de xantana, que são o açúcar e o álcool, é viável a produção nacional de xantana (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008, p. 173). Apesar de ser o maior produtor mundial de sacarose e de álcool, solvente utilizado na etapa final da produção do biopolímero, vale ressaltar também que o Brasil por ser uma país agroindustrial, várias outras fontes alternativas podem ser utilizados como substratos fermentativos, como a casca de maçã, mandioca, caldo e bagaço de cana, entre outros, podendo assim viabilizar um destino a estes resíduos aliado a diminuição dos custos de produção da goma xantana. Diante disso, a continuação de políticas públicas que visem à articulação e incentivo entre parcerias universidade-empresa se tornam essenciais para o avanço inovativo no país na área de produção e utilização da goma xantana. Além disso, estudos de seleção de cepas e de condições operacionais de produção são necessários na busca de produtos que possam competir com os atualmente comercializados.

3.3 Empresas detentoras da tecnologia

O resultado da análise dos detentores de tecnologia da produção, caracterização e aplicação industrial da goma xantana revela um quadro bastante similar ao dos países de origem. Dentre as empresas mais expressivas no mercado de produção de xantana, salientam-se a Merck e Cargill, dos Estados Unidos, que possuem 22 e 18%, respectivamente das patentes depositadas, a Danisco da Dinamarca com 16% e Jungbunzlauer da Austria, com 14% (Figura 4). Observa-se que se tem uma concentração desta tecnologia, onde as empresas com atividade na produção deste biopolímero detêm cerca de 90% dos documentos.

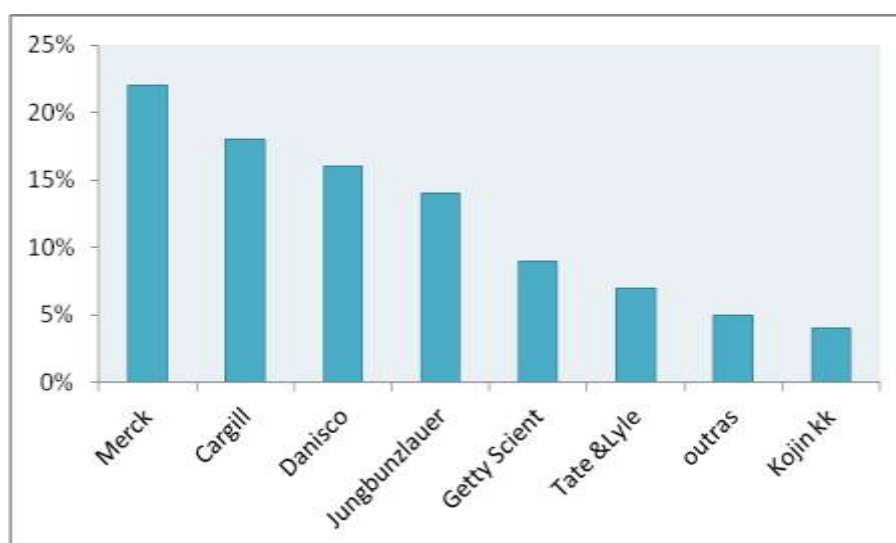


Figura 4 - Depósitos de patentes por empresa, relacionados à goma xantana entre os anos de 1970 a 2010.

Fonte: Autoria Própria (2012)

3.4 Objeto das patentes depositadas

Do volume total de patentes depositadas relacionadas à goma xantana, 35% está relacionada com o processo de produção, 30% relacionados ao emprego da goma xantana para produtos de indústria de alimentos, 15% na indústria de petróleo, 8% na indústria farmacêutica, 3% na mineração e 9% em outras aplicações, como por exemplo, indústria têxtil, termoquímica, tintas, papel e de produtos agropecuários (Figura 5).

A glicose e a sacarose são citadas na literatura como as matérias-primas destinadas como as fontes preferenciais de carbono para a produção de biopolímeros como a goma xantana, entretanto diversos estudos têm avaliado fontes alternativas. Na pesquisa em bases de patentes no escritório europeu, diversos documentos descrevem o processo de produção da goma xantana utilizando meios fermentativos alternativos, como por exemplo, glicerol ou glicerina, resíduos de frutas,

mandioca, batata e resíduos do café, melão, soro de leite, bagaço e caldo de cana, entre outros. Utilizando meios alternativos em processos fermentativos, como os resíduos agroindustriais, é possível reduzir os custos da produção, além de minimizar os problemas ambientais, pois auxilia na eliminação destes resíduos. Como exemplo cita-se o documento de patente brasileiro PI0705950-7 que utiliza a glicerina ou glicerol, que é subproduto do biodiesel, como fonte de substrato utilizado na fermentação por *Xanthomonas* para a obtenção da goma xantana. O glicerol é um subproduto da cadeia do biodiesel, que surgiu mundialmente como uma alternativa promissora aos combustíveis minerais, derivados do petróleo e sua produção se encontra em constante aumento em todo o mundo, inclusive no Brasil. A utilização desse subproduto como substrato para a produção da goma xantana tem uma repercussão mundial bastante promissora, contribuindo para a diminuição dos custos de produção do biopolímero, que possui grande aplicação industrial e também com a destinação dos resíduos gerados no setor do biodiesel.

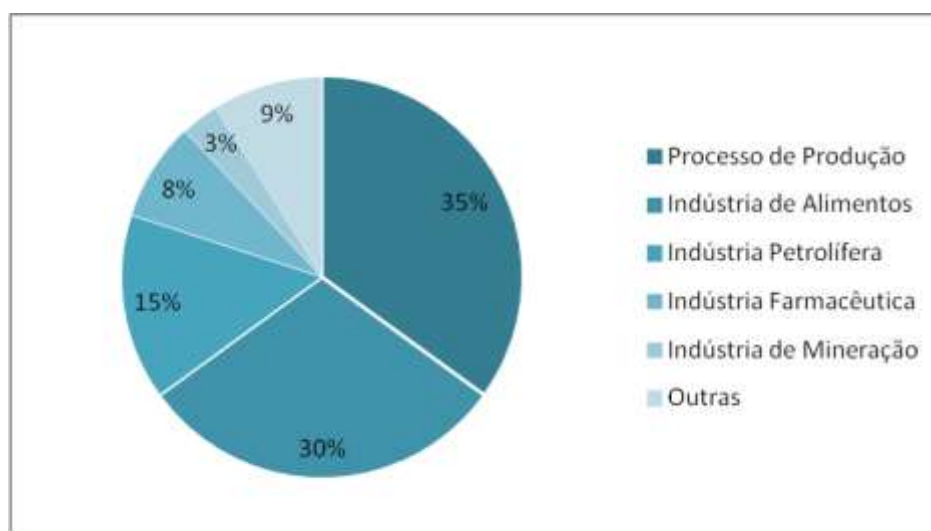


Figura 5. Distribuição das patentes de goma xantana depositadas por destinação e/ou aplicação.

Fonte: Autoria Própria (2012)

4. Conclusões

Os Estados Unidos parece ser o mercado de maior interesse para proteção da tecnologia pesquisada, possuindo também o maior número de patentes depositadas relacionadas à produção e aplicação da goma xantana. Isso foi confirmado através da pesquisa dos países de origem dos depositantes das patentes. Os Estados Unidos é ainda o país detentor da primeira patente relacionada à goma xantana.

O maior número de pedidos está relacionado à área de processo de produção, onde muitas patentes relatam a utilização de glicose, sacarose e de meios alternativos como fonte de carbono. Apesar de o Brasil ser o maior produtor mundial de sacarose e álcool etílico, matérias-primas utilizadas como fonte de carbono e solvente de precipitação do biopolímero, respectivamente, ainda possui poucas patentes na área. O fato de não existirem muitas patentes depositadas no Brasil pode indicar falta de cultura local no depósito de patentes, falta de interesse pelo mercado brasileiro, entre outros aspectos, sendo também necessários mais incentivos que visem aumentar o cenário inovativo do país. Em função disso, estima-se que a produção de goma xantana no Brasil diminuiria em até 50% o custo do produto final. A combinação acertada de políticas governamentais e de estratégias empresariais possibilita a criação de um ambiente propício à geração de inovações, como indicam alguns exemplos de países e regiões, a exemplo dos Estados Unidos.

Referências

- BRANDÃO, L. V.; NERY, T. B. R.; MACHADO, B. A. S.; ESPERIDIÃO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Produção de goma xantana obtida a partir do caldo de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 217-222, 2008.
- BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIAO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Utilização do soro de mandioca como substrato fermentativo para a biosíntese de goma xantana: viscosidade aparente e produção. **Polímeros**, v. 20, n. 3, p. 175-180, 2010.
- BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 29, n. 2, p. 171-188, 2008.
- BORN, K.; LANGENDORFF, V.; BOULENGUER, P. Xanthan. In: STEINBÜCHEL, A.; VANDAMME, E. J.; DE BAETS, S. **Biopolymers**, v. 5, p. 259-291, 2002.
- DRUZIAN, J. I.; PAGLIARINI, A. P. Produção de goma xantana por fermentação do resíduo de suco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 26-31, 2007.
- FORESTI, A. P. **Produção e qualidade reológica da xantana sintetizada por diferentes cepas de *Xanthomonas campestris* em meios modificados**. 143 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.
- GARCÍA-OCHOA, F.; SANTOS, V. E.; CASAS, J. A., GÓMEZ, E. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, v. 18, n. 7, p. 549-579, 2000.
- HARDING, N. E.; CLEARY, J. M.; IELPI, L. Genetics and Biochemistry of xanthan gum production by *Xanthomonas campestris*. **Food biotechnology: microorganisms**. VCH Publisher, New York, p. 495-514, 1994.
- MARCOTTE, M.; TAHERIAN, A. R.; RAMASWAMY, H. S. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. **Food Research International**, v. 34, n. 8, p. 695-703, 2001.
- MAYER L.; VENDRUSCULO C. T.; SILVA W. P.; MOURA A. B. **Produção, propriedades reológicas e composição química da Goma Xantana produzida por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseali***. 2008. 167 f. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.

- MEDEIROS, I. S.; MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, C. T.; CONCEIÇÃO, J. J.; VENDRUSCOLO, J. L. Influência do método de recuperação e purificação de xantana produzida por *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* cepa 06. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Anais. **Fortaleza**, v. 3, p. 9-29, 2000.
- NITSCHKE, M.; RODRIGUES, V.; SCHINATTO, L. F. Formulação de meios de cultivo à base de soro de leite para a produção de goma xantana por *X. Campestris* C7L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 82-85, 2001.
- ROCKS, J. K. Xanthan gum. *Food Technology*, v. 25, n. 5, p. 476-483, 1971.
- SOUW, P.; DEMAIN, A. L. Nutritional studies on xanthan production by *X. campestris* NRRL B-1459. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 6, p. 1186-1192, 1979.
- STREDANSKY, M.; CONTI, E.; NAVARINI, L.; BERTOCCHI, C. Production of bacterial exopolysaccharides by solid substrate fermentation. **Process Biochemistry**, v. 34, n. 1, p. 11-16, 1999.
- VENDRUSCOLO, C. T. **Produção e caracterização do biopolímero produzido por *Beijerinckia* sp isolada do solo cultivado com cana de açúcar da região de Ribeirão Preto, São Paulo-Brasil**. 1995. 267 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Curso de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade de Campinas, São Paulo.
- YOO, S.D.; HARCUM, S.W. Xanthan gum production from waste sugar beet pulp. **Bioresource Technology**, v.70, n.1, p.105-109, 1999.