

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA AO LONGO DOS ANOS

Graciete de Souza Silva¹; Cleber Alberto Schmidt¹

¹Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, BA, Brasil. (graci.ete@hotmail.com)

Rec.: 06.07.2014. Ace.: 08.03.2015

RESUMO

A goma xantana é um polímero natural de ampla aplicação, produzido por bactérias fitopatogênicas do gênero *Xanthomonas*. Devido às suas características de resistência à degradação pelo calor, estabilidade em ampla faixa de concentração de sais e de temperaturas altas, vem sendo utilizada em uma gama de indústrias (alimentícia, farmacêutica, cosmética e petrolífera) de muitos países, principalmente nos Estados Unidos, os quais dominam a tecnologia de produção de goma xantana, obtendo destaque como principais inventores e titulares, de acordo com esta prospecção realizada. Foi constatado que a maioria das patentes depositadas é de empresas norte-americanas, revelando o grande interesse do país pela tecnologia. Além disso, foram verificados os códigos de classificação normalmente utilizados nas patentes requeridas, podendo ser úteis como informação básica para buscas de anterioridade relacionadas ao polímero.

Palavras chave: Patentes. Polímero. Xantana. *Xanthomonas*.

ABSTRACT

Xanthan gum is a natural polymer of broad application, produced by phytopathogenic bacteria of the genus *Xanthomonas*. Due to their characteristics of resistance to heat degradation, stability in high salt concentrations and high temperatures, it has been used in several industries (food, pharmaceutical, cosmetic and oil industries) of many countries, especially in the United States, which dominates the production technology of xanthan gum, gaining prominence as the main inventors and holders, according to this survey performed. It was also found that the majority of patents are from U.S. companies, showing the interest of the country in this technology. Also, it was verified classification codes normally used in the patent applications, and may be useful as basic information for prior art searches related to the polymer.

Keywords: Patents. Polymer. Xanthan. *Xanthomonas*.

Área tecnológica: Biotecnologia; Biopolímeros.

INTRODUÇÃO

A goma xantana é um polímero natural de ampla aplicação, produzido por bactérias fitopatogênicas do gênero *Xanthomonas*, sendo a *Xanthomonas campestris* a espécie mais utilizada. É um polímero secretado no meio de cultura (exopolímero) e formado por glicose, manose e ácido glicurônico (SUTHERLAND, 1982). A composição, estrutura, biossíntese e propriedades funcionais dos polissacarídeos extracelulares podem variar a depender da cepa, do substrato e das condições de produção (FREITAS; ALVES; REIS, 2011).

Comparativamente a outros polímeros, a goma xantana é resistente à degradação pelo calor, mantendo-se estável em condições de temperaturas superiores a 90°C, assim como em ampla faixa de concentração de sais (superiores a 150g/L de NaCl) e pH na faixa de 2 a 11 (ROSALAM; ENGLAND, 2006).

A produção de goma xantana depende da composição do meio, da linhagem e das condições de fermentação utilizadas, tais como: temperatura, velocidade de agitação, concentração inicial de nitrogênio, obtendo-se deste modo uma variação nos rendimentos e na qualidade do polímero (CASAS; SANTOS; GARCÍA-OCHOA, 2000).

Os principais fatores que limitam a produção de xantana são os custos do substrato e do processamento (FREITAS; ALVES; REIS, 2011). A otimização dos processos biotecnológicos para a produção de goma xantana a partir de resíduos agroindustriais têm tornado mais viável sua produção e por isso muitos estudos vêm trabalhando este tema (PALANIRAJ; JAYARAMAN, 2011).

A primeira importante pesquisa publicada sobre a produção de goma xantana surgiu em 1961. Os laboratórios de pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos descobriram que a bactéria *X. campestris* isolada de folhas de repolho roxo produz um polissacarídeo extracelular com excepcionais propriedades reológicas (KATZBAUER, 1998).

O polissacarídeo B-1459, ou goma xantana, produzido pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NRRL B-1459 foi extensamente estudado por apresentar propriedades espessantes e estabilizantes. A partir de 1960, pesquisas foram realizadas em alguns laboratórios industriais, culminando na produção semi-comercial da goma Kelzan pela empresa Kelco (Estados Unidos) (GARCÍA-OCHOA et al., 2000) e, em 1964, a produção comercial do polímero para propósito industrial tornou-se viável para a aplicação em produtos não alimentícios (HARDING; CLEARY; IELPI, 1994).

Em 1969, a goma xantana foi aprovada pelo FDA (*Food and Drug Administration*) para uso como estabilizante, emulsificante e espessante em alimentos (ROCKS, 1971). Industrialmente, existe um aumento na demanda por biopolímeros como substituintes parciais de polissacarídeos clássicos, tanto por suas propriedades funcionais únicas, quanto por serem sintetizados em tempo mais curto.

A xantana utilizada no Brasil é importada em quase sua totalidade. Entretanto, pela diversidade da microbiota contendo bactérias do gênero *Xanthomonas*, o país apresenta bom potencial para a produção de xantanas de ótima qualidade industrial, tornando-se importante caracterizar e selecionar as cepas que apresentem melhor produtividade e/ou sintetizem gomas com melhor qualidade.

Segundo dados do Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, o Brasil gastou 15 milhões de dólares para importar 2.200 toneladas de goma xantana em 2005, atingindo 20 milhões de dólares em 2010. Quase toda a xantana consumida no país, principalmente pelas indústrias de alimentos e de petróleo, é produzida pelos Estados Unidos, França e China (ALICE, 2010).

Considerando que a patente é uma fonte formal de informação, por meio da qual se pode ter acesso a dados de invenções que, muitas vezes, não estão disponíveis em livros ou artigos técnicos e que o

uso da informação contida nestes documentos em análises econômicas tem se tornado cada vez mais comum por empresas, instituições de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e universidades (OECD, 2014; SERAFINI et al., 2012), o presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de fazer um monitoramento tecnológico baseado na busca por documentos de patentes relacionadas com o avanço na produção de goma xantana nos últimos anos.

METODOLOGIA

A prospecção foi realizada com base nos pedidos de patente do banco de dados *Espacenet* do portal de acesso da EPO (*European Patent Office*), o qual indexa e disponibiliza textos completos de patentes de mais de 50 países, inclusive patentes brasileiras. O levantamento foi feito em novembro de 2013 e buscou identificar o número máximo de patentes concedidas ou não, até o ano de 2013.

Foram utilizados códigos de classificação (Cooperative Patent Classification - CPC) relacionados com goma xantana, tornando possível uma pesquisa representativa e fiel da produção de goma xantana ao longo dos anos.

A Tabela 1 apresenta a estratégia utilizada para a pesquisa de patentes, na qual os códigos foram cruzados entre si e também, pesquisados sozinhos.

Tabela 1 - Escopo de busca

C12P19/00	C12P19/06	C08B31/00	C12R1/64	C08L101/16	Nº de Documentos
X				X	0
	X	X			0
	X			X	0
		X	X		0
		X		X	1
	X		X		18
X			X		22
X		X			40
	X				815
X	X				898
		X			7953
X					35563

Fonte: Autoria própria, 2014.

Para a análise desta prospecção, optou-se por utilizar os documentos encontrados pelo código C12P19/06 o qual obteve 815 resultados. Quando baixados, excluídas as repetições e as famílias de patentes, chegou-se a um número de 239 documentos.

Os códigos utilizados na busca possuem as seguintes definições:

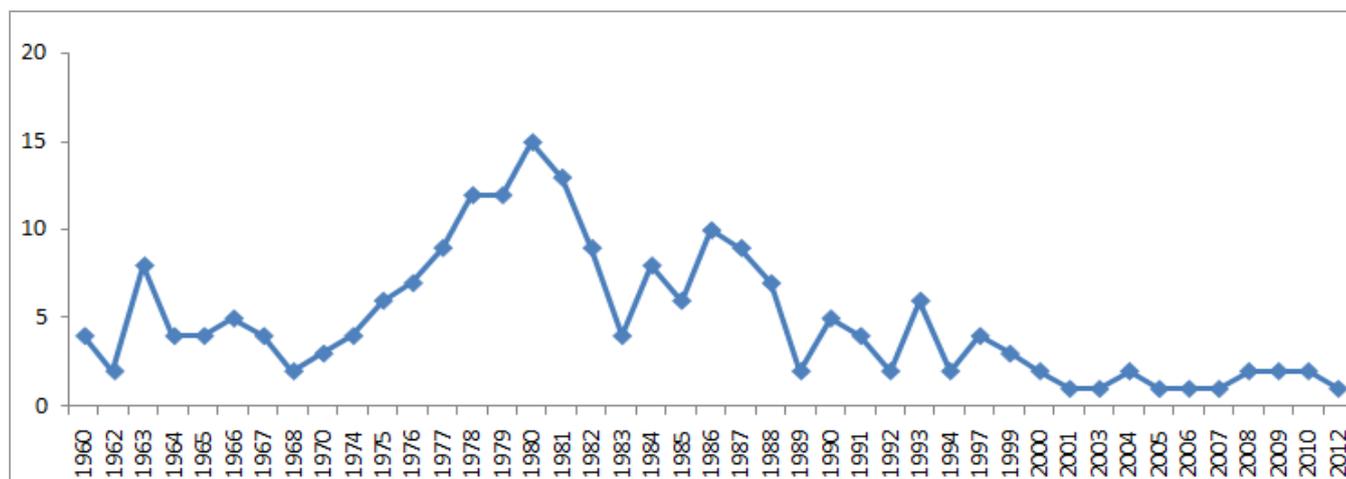
- C12R1/64 - Processos Usando Microrganismos: *Xanthomonas*;

- C12P19/06 - Preparação dos Compostos Contendo Radicais Sacarídeos: Xantana, ou seja, do Tipo Heteropolissacarídeos de *Xanthomonas*;
- C08B31/00 - Polissacarídeos; Seus Derivados: Preparação de Derivados de Amido;
- C12P19/00 - Preparação dos Compostos Contendo Radicais Sacarídeos;
- C08L101/16 - Composições de compostos macromoleculares não especificados: os compostos macromoleculares biodegradáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As primeiras patentes requeridas dentre os resultados de busca da pesquisa foram em 1960 e já relatam processos de produção envolvendo a fermentação de bactérias para gerar polímeros tipo goma xantana (Figura 1) (US19600032241; US19600031510; US19600031187, 1960; US19590863054, 1959).

Figura 1 - Evolução do número de depósitos de patentes



Fonte: Autoria própria, 2014.

Nos anos seguintes, o número de patentes relacionadas à goma xantana começou a aumentar despertando o interesse de novos pesquisadores da área de polímeros. Segundo relatos de Katzbauer (1998), em 1961 surgiu a primeira importante pesquisa publicada sobre a produção de goma xantana. Até este momento, para uso em produtos alimentícios como agente espessante, por exemplo.

Em 1964, a produção comercial do polímero com propósito industrial tornou-se viável para a aplicação em produtos não alimentícios (HARDING; CLEARY; IELPI, 1994), ampliando as possibilidades de aplicação da xantana, o que favoreceu o crescimento no número de patentes relacionadas (Figura 1).

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 1, a maior onda tecnológica relacionada à xantana teve início em 1968. Este fato pode estar relacionado com a autorização concedida pelo FDA em

1969, para uso da goma xantana como estabilizante, emulsificante e espessante em alimentos (ROCKS, 1971).

Na segunda onda, a partir da década de 80, observa-se uma queda nos três anos seguintes, 1980 a 1983 (Figura 1). Este período foi marcado pela descoberta do poliacetileno condutor, um polímero orgânico capaz de conduzir eletricidade (ABREU, 2010).

Com isso, surge no cenário científico, outras possibilidades de estudos com polímeros orgânicos, interferindo possivelmente no avanço de inovações com a goma xantana nestes anos.

Nas ondas seguintes, a partir de 1984 (Figura 1), os estudos com a goma xantana tomaram novos rumos. As propriedades reológicas e características químicas do polímero começaram a ser o foco das pesquisas (SUTHERLAND, 1982; KENNEDY; BRADSHAW, 1984).

Alguns estudos começaram a constatar que fatores como os custos do substrato e do processamento de xantana são considerados as principais limitações da produção (FREITAS; ALVES; REIS, 2011), o que pode ter contribuído para a redução do número de patentes no final da década de 90 em diante. A otimização dos processos biotecnológicos para a produção de goma xantana a partir de resíduos agroindustriais é um dos destaques das pesquisas atuais, tornando mais viáveis sua produção.

Atualmente, as pesquisas estão direcionadas à produção de xantana utilizando resíduos agroindustriais como substratos fermentescíveis. Vários trabalhos já estabeleceram que a bactéria *Xanthomonas campestris* pode fermentar um largo espectro de fontes de carbono, por exemplo, soro de queijo (SILVA et al., 2009), soro de leite (NERY et al., 2008; FORNARI, 2006), resíduo de cacau (DINIZ; DRUZIAN; AUDIBERT, 2012), soro de mandioca (BRANDÃO; ESPERIDIÃO; DRUZIAN, 2010), resíduo de suco de maçã (DRUZIAN; PAGLIARINI, 2007), casca de coco (GOMES, 2008) e glicerina, subproduto proveniente da produção de biodiesel (REIS et al., 2010).

Os principais titulares de patentes são do grupo *Shinetsu* [Shin-Etsu Chemical Co. Ltda (JP) e Shinetsu Bio. Inc (US)], representado cerca de 40% dos depósitos de patentes relacionadas ao polímero (Figura 2). Das patentes envolvidas na análise, a grande maioria dos depositantes são de empresas (91%) e as de origem norte-americana despontam como as que mais requereram patentes, o que demonstra o interesse e a necessidade do país na produção de goma xantana.

De acordo Rosalam e England (2006), outras empresas expressivas no mercado de produção de xantana são a Merck e Cargill (Estados Unidos), Danisco (Dinamarca) e Jungbunzlauer (Áustria). Do volume total de xantana produzida no mundo, 65% é utilizado na indústria de alimentos, 15% na indústria de petróleo e ao redor de 20% em aplicações diversas. A demanda vem aumentando e estima-se um crescimento anual de 5-10%.

Na Figura 3 é possível comprovar mais uma vez que os Estados Unidos dominam a tecnologia de produção de goma xantana, representando 61% do número de patentes requeridas.

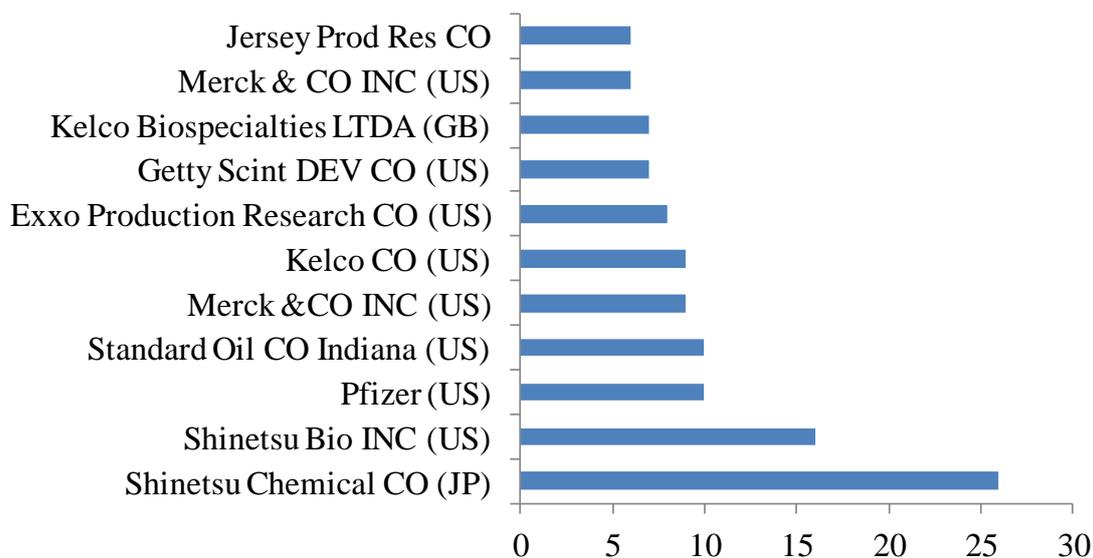
A grande maioria dos inventores de patentes sobre goma xantana é de origem norte-americana e japonesa, como pode ser visto na Figura 4. Das patentes envolvidas na análise, mais de 50 são de inventores dos EUA, o que representa cerca de 70% das patentes depositadas. Patton John Tinsman aparece como o inventor com maior depósito de patentes (7).

Por outro lado, os inventores do Japão aparecem com 30% de depósitos de patentes, revelando o interesse e a busca por este tipo de tecnologia pelos japoneses também.

A Classificação Cooperativa de Patentes (CPC) foi lançada em 2013 e é resultante de uma parceria entre o Escritório Europeu de Patentes (EPO) e o Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO). É um sistema de classificação mundial para documentos de patente que permite

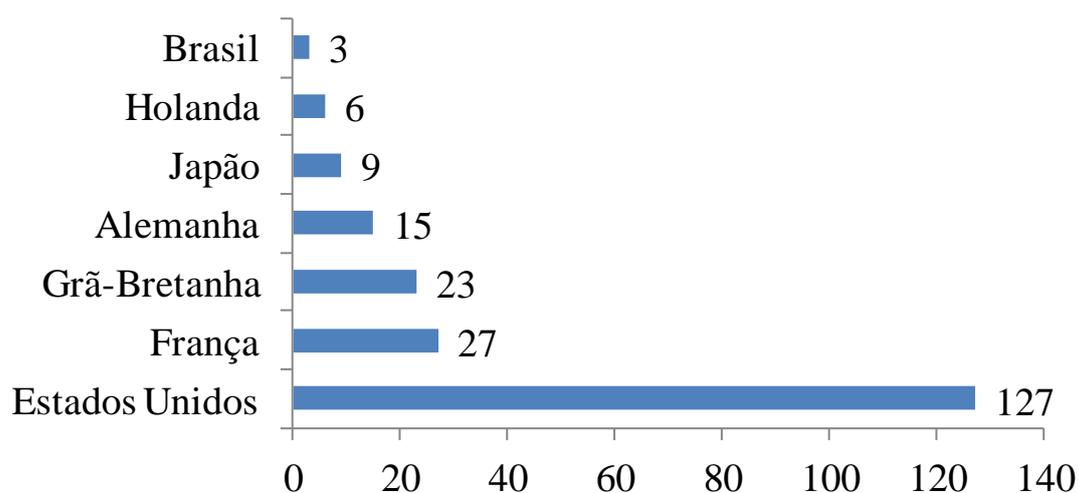
aos examinadores e usuários em todo o mundo, conduzirem sua busca por patentes acessando as mesmas coleções de documentos classificados (USPTO, 2014).

Figura 2 - Principais Depositantes de Tecnologia Relacionada com a Goma Xantana



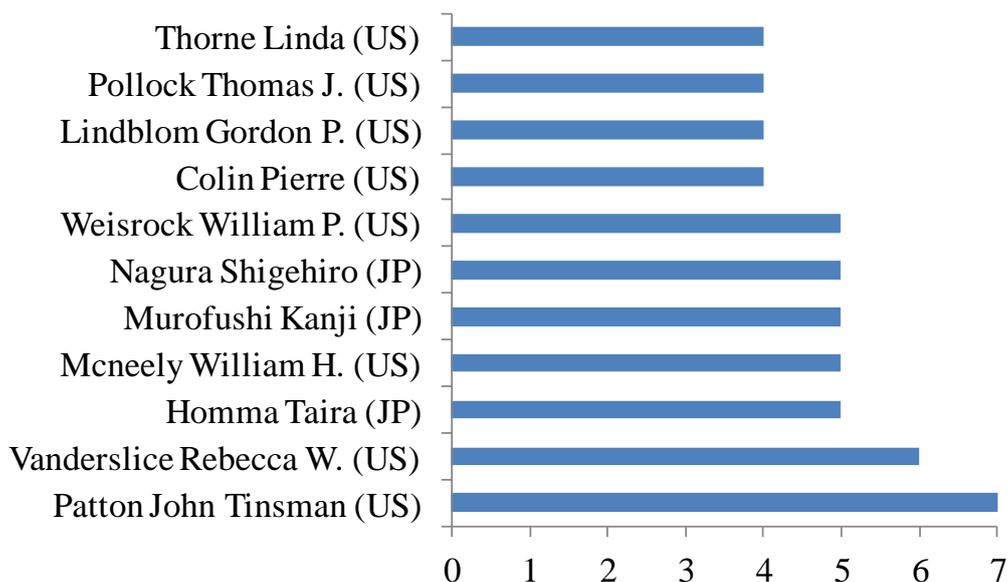
Fonte: A autoria própria, 2014.

Figura 3 - Distribuição de patentes depositadas por país de origem



Fonte: A autoria própria, 2014.

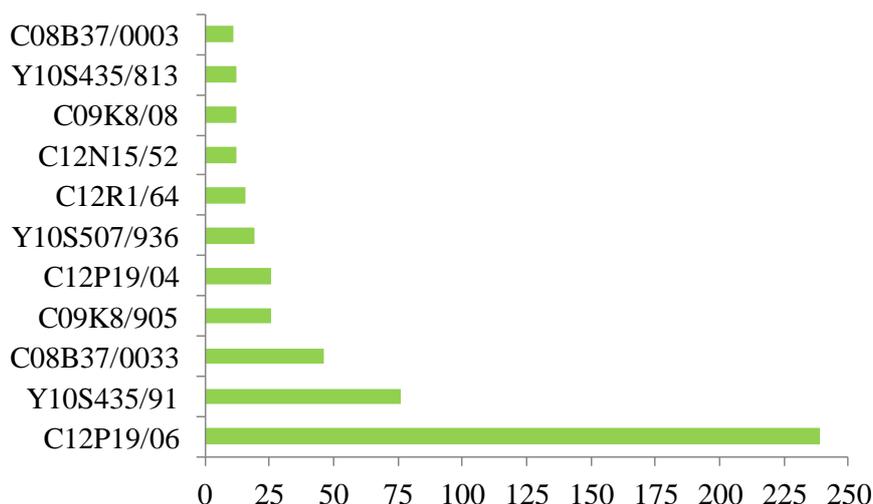
Figura 4 - Principais inventores de tecnologia relacionada à goma xantana



Fonte: Autoria própria, 2014.

Dentre os códigos de classificação relacionados à goma xantana, o maior número de patentes requeridas encontra-se cadastradas no código C12P19/06 (Preparação dos Compostos Contendo Radicais Sacarídeos: Xantana, ou seja, do Tipo Heteropolissacárideos de *Xanthomonas*), que foi justamente o código escolhido para avaliação das patentes nesta prospecção (Figura 5).

Figura 5 - Número de patentes por código CPC (Cooperative Patent Classification)



Fonte: Autoria própria, 2014.

Considerando que uma patente pode estar inserida em mais de um código de classificação, os resultados obtidos na busca revelam outros códigos comumente associados às inovações do biopolímero e podem ser úteis em buscas de anterioridade.

As definições de cada código apresentado são as seguintes:

- C12P19/06 - Preparação dos Compostos Contendo Radicais Sacarídeos: Xantana, ou seja, do Tipo Heteropolissacárideos de *Xanthomonas*;
- Y10S435/91 – Química: biologia molecular e microbiologia: Eliminação ou redução da contaminação por fermentos;
- C08B37/0033 – Xantana; Seus derivados;
- C09K8/905 – Biopolímeros;
- C12P19/04 – Polissacáridos, ou seja, compostos que contêm mais do que cinco radicais sacarídeos ligados uns aos outros por ligações glicosídicas;
- Y10S507/936 – Petróleo: emulsão;
- C12R1/64 – *Xanthomonas*;
- C12N15/52 - Genes que codificam enzimas ou proenzimas;
- C09K8/08 - Composições para o tratamento de furos ou poços, por exemplo, para a conclusão ou para operações de reparação contendo compostos orgânicos naturais, por exemplo, polissacáridos ou seus derivados;
- Y10S435/813 – Química: biologia molecular e microbiologia: Fermentação;
- C08B37/0003 - Processos gerais para o seu isolamento ou fracionamento, por exemplo, a purificação ou extração de biomassa.

CONCLUSÃO

A partir do monitoramento tecnológico das patentes requeridas foi possível constatar que a maior onda tecnológica relacionada à goma xantana teve início em 1968 até o início dos anos 80, período no qual o FDA autorizou o seu uso como estabilizante, emulsificante e espessante em alimentos.

Os Estados Unidos dominam a tecnologia de produção de goma xantana, obtendo destaque como principais inventores e titulares, sendo que a maioria das patentes depositadas é de empresas norte-americanas, o que demonstra o interesse e a necessidade do país na produção de goma xantana, inclusive por ser um dos países com maior produção de petróleo.

Foi verificado também outros códigos utilizados em documentos de patentes, relacionadas com o polímero e, portanto, podem ser indicados como informação básica para uso em buscas de anterioridade da goma xantana.

PERSPECTIVA

A goma xantana é um polissacarídeo que desperta grande interesse industrial, sobretudo para as indústrias alimentícia, farmacêutica, cosmética e petroquímica, contudo, em função dos elevados custos de produção e do substrato, grande parte da goma xantana utilizada no Brasil é importada, principalmente dos Estados Unidos.

Os processos biotecnológicos para a produção de goma xantana provenientes de resíduos agroindustriais se apresentam como uma opção importante para a redução dos custos de produção e agregam valor a estes resíduos. Portanto, este aproveitamento pode favorecer o crescimento tecnológico da goma xantana, a fim de reduzir custos sociais/ambientais e melhorar os resultados em termos de eficiência econômica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. M. S. P. **Polímeros Condutores: Fundamentos e aplicações**. Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.demar.eel.usp.br/eletronica/2010/Polimeros_condutores.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2014.
- ALICE. **Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior**, 2010.
- BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIÃO, 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, p. 175-180, 2010.
- CASAS, J. A.; SANTOS, V. E.; GARCÍA-OCHOA, F. Xanthan gum production under several operational conditions: molecular structure and rheological properties. **Enzyme and Microbiology Technology**, v. 26, n. 2-4, p. 282-291, fev. 2000.
- DINIZ, D. M.; DRUZIAN, J. I.; AUDIBERT, S. Produção de goma xantana por cepas nativas de *Xanthomonas campestris* a partir de casca de cacau ou soro de leite. **Polímeros** (São Carlos. Impresso), v. 1, 2012.
- 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, p. 26-31, 2007.
- FORNARI, R. C. G. **Aproveitamento de soro de queijo para produção de goma xantana**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Uri - Campus Erechim, 2006.
- FREITAS, F.; ALVES, V. D.; REIS, M. A. M. Advances in bacterial exopolysaccharides: from production to biotechnological applications. **Trends in Biotechnology**. v. 29, n. 8. p. 388-398, 2011.
- 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, nov. 2000.
- GOMES, G. V. P. **Otimização da conversão de biomassa de levedura e casca de coco a goma xantana usando metodologia de superfície de resposta**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, UFBA, Salvador, BA, 2008.
- HARDING, N. E.; CLEARY, J. M.; IELPI, L. Genetics and Biochemistry of xanthan gum production by *Xanthomonas campestris*. In: HUI, Y. H. KHACHATOURIANS, G. G. **Food biotechnology: microorganisms**. New York: VCH Publisher, p. 495-514, 1994.
- JEANES ALLENE R.; SLONEKER JAMES H. (Estados Unidos). Method of producing an atypically salt-responsive alkali-deacetylated polysaccharide. US19590863054, 30 de dezembro de 1959.
- JERSEY PROD RES CO (Estados Unidos). Patton John T. Thickening agent and process for producing same. US19600032241, 27 de maio de 1960.
- JERSEY PROD RES CO (Estados Unidos). Patton John T.; Lindblom Gordon P. Process for synthesizing polysaccharides, US19600031187, 23 de maio de 1960.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**, Essex, v. 59, n. 1-3, p. 81-84, 1998.

KENNEDY, J. F.; BRADSHAW, I. J. Production, properties and applications of xanthan. **Progress in Industrial Microbiolog**, n. 19. p. 319–371, 1984.

MCNEELY WILLIAM H; O'CONNELL JOHN J. (Estados Unidos). Process for producing xanthomonas hydrophilic colloid. US19600031510, 25 de maio de 1960.

NERY, T. B. R.; BRANDÃO, L. V.; ESPERIDIÃO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I. Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Quím. Nova**, v. 31, p. 1937-1941, 2008.

OECD. Organization for Economic Co-Operation and Development. core set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs n.83, Paris: OECD, 1993. Disponível em: <<http://lead.virtualcentre.org/en/dec/toolbox/Refer/gd93179.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

PALANIRAJ, A.; JAYARAMAN, V. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. **Journal of Food Engineering**, v. 106, p. 1–12, 2011.

REIS, E. C. A.; ALMEIDA, M.; CARDOSO, J. C.; PEREIRA, M. A.; OLIVEIRA, C. B. Z.; VENCESLAU, E.; DRUZIAN, J. I.; MARIANO, R. L. R.; PADILHA, F. F.. Biopolymer synthesized by strains of *Xanthomonas* sp isolate from Brazil using biodiesel-waste. **Macromolecular Symposia**, v. 296, p. 347-356, 2010.

ROCKS, J. K. Xanthan gum. **Food Technology**, Chicago, v. 25, n. 5, p. 476-483, 1971.

ROSALAM, S.; ENGLAND, R. Review of xanthan gum production from unmodified starches by *Xanthomonas compestris* sp. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 39, n. 2, p. 197-207, 2006.

SERAFINI, M. R.; QUINTANS, J. DE S. S.; ANTONIOLLI, A. R.; DOS SANTOS, M. R. V.; QUINTANS-JUNIOR, L. J. Mapeamento de tecnologias patenteáveis com o uso da hecogenina. **Revista GEINTEC**, v. 2, n. 3, p. 427-435, 2012.

SUTHERLAND, I. W. Biosynthesis of microbial exopolysaccharides. **Advances in Microbial Physiology**, v. 23, p. 80-142, 1982.