

Goma de Cajueiro (*Anacardium occidentale*): Avaliação das Modificações Químicas e Físicas por Extrusão Termoplástica

Kelita C. S. Andrade, Carlos W. P. de Carvalho, Cristina Y. Takeiti,
Henriette M. C. de Azeredo, Jeferson da S. Corrêa, Camila M. Caldas
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa

Resumo: Países tropicais, como o Brasil, são depositários de uma grande variedade de fontes de polissacarídeos vegetais conhecidos e outros ainda não explorados que possuem grande potencial em aplicações industriais. Alguns estudos reportam a possibilidade de aplicação industrial da goma exsudada do cajueiro em substituição à goma arábica devido à semelhança estrutural e química. Neste estudo propôs-se caracterizar comparativamente algumas propriedades destas duas gomas, antes e após dois tratamentos de extrusão termoplástica. Nos resultados de composição centesimal as amostras de goma de cajueiro *in natura* e processadas destacaram-se pelo alto teor de fibra solúvel. Por outro lado, apresentaram menor teor de minerais que a goma arábica. Por meio da análise de viscosidade rápida, foi observado que este parâmetro aumentou nas amostras de goma arábica processadas, enquanto nas amostras processadas de goma de cajueiro houve redução. Nos resultados da análise de difração de raios X predominou-se a conformação amorfa das cadeias poliméricas de ambas as amostras. A partir dos parâmetros avaliados, a goma de cajueiro poderia ser indicada como substituta da goma arábica.

Palavras-chave: Goma de cajueiro, goma arábica, extrusão.

Cashew Gum (*Anacardium occidentale*): Evaluation of Chemical and Physical Changes by Thermoplastic Extrusion

Abstract: Tropical countries such as Brazil are rich in a great variety of plant sources of polysaccharides, some of which are not known or explored yet and could have great potential in industrial applications. Some studies report the possible industrial application of cashew gum as substitute for Arabic gum owing to their structural similarity. This study aimed at comparing properties of these gums before and after two treatments of thermoplastic extrusion. The cashew gum raw and processed was found to possess high content of soluble fibers and low ash content, also exhibiting a lower content of minerals in comparison with Arabic gum. The rapid viscosity increased upon processing for Arabic gum, while it decreased for cashew gum. With x-ray diffraction we confirmed the amorphous conformation of the polymer chains of both samples. From the parameters evaluated, we conclude that cashew gum could be used as a replacement for Arabic gum.

Keywords: Cashew gum, Arabic gum, extrusion.

Introdução

As gomas são polímeros naturais, formados por unidades de monossacarídeos em arranjos lineares ou ramificados, pertencentes à classe dos carboidratos. São substâncias translúcidas, inodoras, insípidas, não tóxicas, hidrofílicas, amorfas, com propriedades coloidais, com funções espessantes (ligação com moléculas de água), gelificantes (construção de rede, envolvendo zonas de ligação), emulsificantes, estabilizantes e aglutinantes. Apresentam também, capacidade de controle de cristalização, inibição de sinerese, encapsulação e formação de filmes^[1-4].

As gomas exsudadas são polissacarídeos produzidos pelas células epiteliais de plantas quando o córtex é agredido por injúrias físicas ou ataque microbiano. A produção do exsudado gomoso é um mecanismo de defesa destas plantas que crescem em áreas semiáridas^[4].

Algumas pesquisas reportam a possibilidade do uso da goma de cajueiro em vários setores, porém, sua

aplicação em meio industrial ainda não foi estabelecida. A goma de cajueiro é um heteropolissacarídeo complexo exsudado de cajueiros (*Anacardium occidentale*) e por sua semelhança estrutural com a goma arábica, tem sido sugerida como substituta.

A goma de cajueiro, além da semelhança estrutural (ramificações) e química (açúcares componentes) com a goma arábica, tem um importante diferencial: sua alta disponibilidade na região Nordeste do território brasileiro, podendo gerar lucros no período da entressafra do caju. Estudo realizado por De Paula et al.^[5], caracterizou a goma extraída de árvores da região nordeste como um heteropolissacarídeo ramificado contendo: β -D-galactose (72-73%), α -D-glucose (11-14%), arabinose (4-6,5%), ramnose (3,2-4%) e ácido glucurônico (4,7-6,3%) em porcentagem de massa.

A goma arábica além do elevado custo, ocasionalmente tem sua importação comprometida

pela dificuldade de fornecimento, relacionada a problemas climáticos, econômicos e políticos da região africana produtora. Eventualmente, a consolidação da substituição da goma arábica pela goma do cajueiro e sua padronização comercial, elevaria Brasil a exportador no mercado internacional. Deste modo, o Brasil livrar-se-ia da dependência de importação e contaria com um produto altamente competitivo em sua pauta de exportações.

Sendo assim, este trabalho se propõe a aumentar o conhecimento técnico-científico sobre as propriedades tecnológicas da goma de cajueiro e compará-la à goma arábica para assegurar sua aplicação na indústria, como possível substituta.

Experimental

Preparo da matéria-prima

A goma *in natura* foi exsudada por meio de incisões nos troncos dos cajueiros pertencentes aos campos experimentais da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, Ceará). A goma arábica comercial utilizada no experimento foi cedida gentilmente pela empresa IFF International Flavors & Fragrances (Barueri, São Paulo).

Devido a forma *in natura* da goma de cajueiro, foram necessárias algumas etapas de seleção, separação, moagem e peneiramento para retirada de impurezas remanescentes.

Extrusão termoplástica

A extrusão termoplástica das gomas foram realizadas em uma extrusora dupla rosca modelo Evulun HT25 (Clextal - Firminy, França) equipada com uma matriz circular de 4 furos com 2 mm de diâmetro cada furo. A extrusora foi alimentada de forma contínua por meio de um alimentador automático gravimétrico PWS1 (Shenck - Darmstact, Alemanha). A dosagem de água destilada foi realizada por meio de uma bomba de pistão acoplada à segunda zona de aquecimento da extrusora, cuja vazão também foi ajustada no painel de controle da extrusora.

Para a extrusão foram planejados dois perfis de processamento, um de baixa e outro de alta temperatura e cisalhamento, conforme Tabela 1. As condições do perfil mais brando de processamento foram baseadas no estudo realizado por Sereno et al.^[6].

Após a extrusão as amostras foram trituradas, para aumentar a superfície de contato, para o processo de secagem, o qual foi realizado em estufa com circulação de ar a 60°C durante 8 horas. Em seguida, foi realizada a moagem em moinho de discos 3600 (Perter-Hunddinge, Suécia). Ainda foi necessário a moagem em um moinho planetário de bolas modelo Pulverisette 5 (Fritsch,

Idar-Oberstein, Alemanha) com rotação de 300 rpm por 20 minutos, para melhor padronização do tamanho das partículas. As amostras foram peneiradas em conjuntos de peneiras RO-TAP modelo RX-29-10 (W.S Tyler, Mentor, EUA) para obtenção de partículas de 212 µm.

As amostras foram codificadas como: GA (goma arábica comercial), GAE200 (goma arábica extrudada a 200 rpm), GAE400 (goma arábica extrudada a 400rpm), GC (goma de cajueiro *in natura*), GCE200 (goma de cajueiro extrudada a 200rpm) e GCE400 (goma de cajueiro extrudada a 400rpm).

Composição centesimal

A determinação de umidade foi realizada conforme método 925.09 modificado^[7], para de N total/proteína seguiu-se o método 2001.11 modificado com fator de conversão 5,75^[7], para cinzas o método 923.03^[7], extrato etéreo o método 922.06^[7] e fibra alimentar o método 985.29^[7]. Os valores calóricos foram calculados segundo a resolução RDC n.º.360 de 23 de dezembro de 2003.

Perfil de minerais

O perfil de minerais foi determinado seguindo a metodologia de mineralização - Bloco digestor^[7] - Método 997.15D, item 9.2.20^a e Quantificação: ICP-OES^[7] - Método 990.08, item 9.2.39.

Análise de viscosidade rápida

Para avaliar o comportamento da viscosidade com a variação da temperatura, foi realizada a análise de viscosidade rápida em um RVA (Newport Scientific - Warriewood, Austrália). A análise foi baseada na metodologia de Becker et al.^[8]. A quantidade de amostra foi de aproximadamente 3g para cada análise com umidade corrigida para 14% e acrescido água destilada até completar 28g. O perfil de temperatura iniciou-se a 25°C com aumento gradual até 95°C, permanecendo constante por 3 minutos, e sendo resfriado gradualmente até 25°C.

Difração de raio-x

Para investigação do arranjo molecular foram realizadas análises de Difração de Raio-X em um equipamento AXS D2 Phaser (Bruker - Karlsruhe, Alemanha) com potencial elétrico de 30kV e corrente elétrica de 20mA e radiação CuK α com comprimento de onda de 0,154nm. A análise foi realizada baseada na metodologia de Wu et al.^[9], com intervalo de varredura do ângulo de difração de 2° a 32° (2 θ) com passo de 0,02 e taxa de 1°/6min. Foi utilizado o software DifractionEva[®] para determinação do percentual de cristalinidade de cada amostra.

Tabela 1. Temperaturas das zonas de aquecimento da extrusora para os tratamentos 1 (T1) e 2 (T2) das amostras de goma arábica e goma de cajueiro.

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1 (°C)	20	30	60	70	70	70	70	70	70	70
T2 (°C)	20	30	60	90	100	100	110	110	115	120

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com intuito de verificar a diferença significativa entre as médias das análises de composição centesimal e perfil de minerais. Para tanto, realizou-se a análise de variância, e nos casos em que foi constatada diferença, aplicou-se o teste de Tukey, sempre sendo considerado o nível de significância de 5%. O software estatístico utilizado foi o SAS9.2.

Resultados e Discussões

Extrusão termoplástica

Analisando o histórico de processamento das amostras, observou-se que a amostra GAE200 apresentou maior valor de torque médio e pressão média de saída da matriz, enquanto, a amostra GAE400 apresentou menor torque, pressão e viscosidade na saída da matriz. Tal efeito pode ser relacionado ao maior cisalhamento que a segunda amostra foi submetida, desta forma, esteve mais propensa a “quebra das cadeias moleculares”, Portanto, com a redução da viscosidade, o material apresenta menor resistência ao escoamento.

Por outro lado, nas amostras de goma de cajueiro, constatou-se que a amostra GCE400 apresentou maior torque médio e a pressão média de saída do que a amostra GCE200. No entanto, durante o processamento da amostra GCE400 houve um problema no bombeamento do plastificante (água), comprometendo o controle da vazão. O processamento não pode ser interrompido ou repetido, devido à escassez da amostra. Portanto, pode-se relacionar o valor de torque máximo e de pressão máxima

ao momento em a vazão do plastificante foi mínima, pois na condição de menor quantidade de plastificante e alto cisalhamento há retenção do material dentro do barril, resultando em maiores valores de torque e pressão devido a maior resistência do material ao escoamento. A seguir, na Figura 1, os aspectos visuais da goma antes, durante e após o processamento podem ser observados.

Composição centesimal

Nos resultados de composição centesimal (Tabela 2), nota-se que os teores de umidade das amostras GCE200 e GCE400 foram significativamente reduzidos após o processamento. O processo de extrusão reduz a umidade devido à alta temperatura e pressão que o material é submetido. No entanto, a notável redução da umidade das amostras de goma de cajueiro pode estar relacionada ao menor teor de água (plastificante) que foi aplicado no processamento dessas amostras, devido aos problemas no equipamento de controle da vazão.

Nota-se também, que o teor de extrato etéreo da goma de cajueiro reduziu significativamente após o processamento.

Para as amostras GAE200 e GAE400 não houve redução significativa dos componentes cinzas e extrato etéreo, além de fibra alimentar e valor calórico.

Comparando-se os componentes das amostras GA e GC, nota-se que a goma de cajueiro possui maior teor de proteínas, extrato etéreo e valor calórico. Além disso, apresentou menor teor de cinzas do que a goma arábica. Portanto, supõe-se que os processos de limpeza, separação, moagem e peneiramento da goma de cajueiro

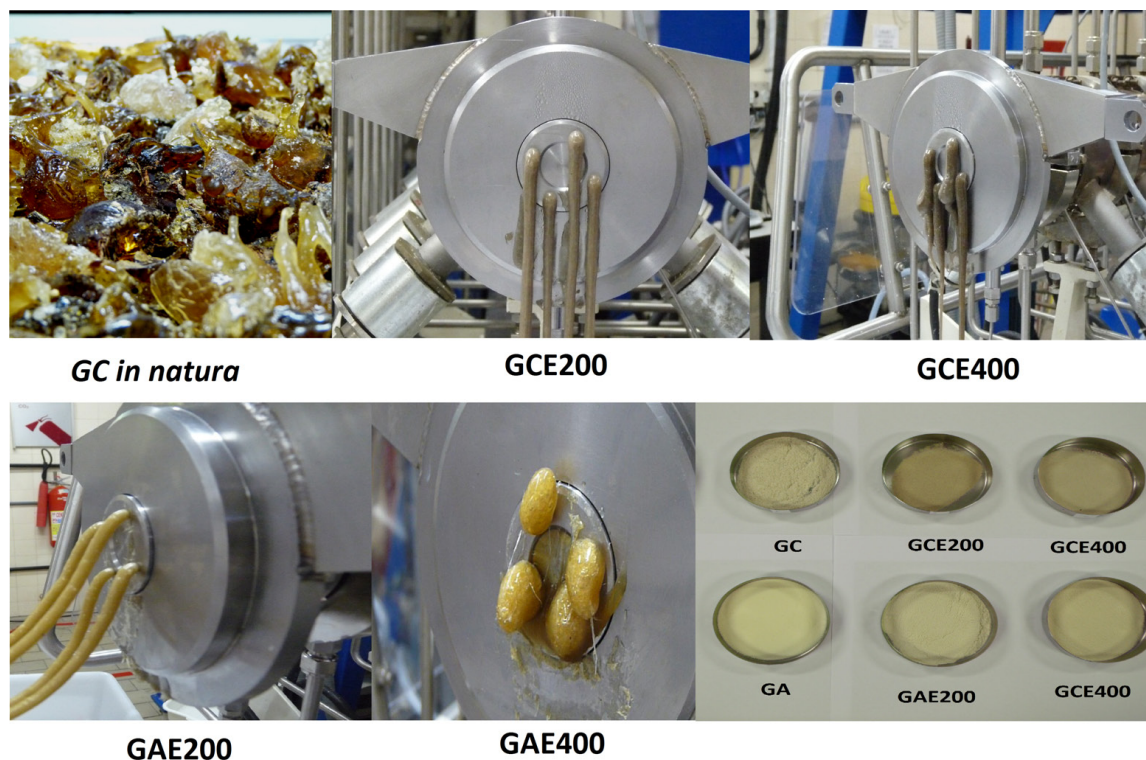


Figura 1. Aspectos visuais das gomas durante as etapas de processamentos.

foram satisfatórios para a retirada das impurezas da amostra.

Claramente, nota-se que ambas as gomas são riquíssimas em fibras, tanto nas amostras não processadas quanto nas processadas. E que, além disto, apesar do tratamento agressivo do processo de extrusão, o qual pode hidrolisar ou degradar parcialmente o material, não houve redução significativa do teor de fibra após o processamento.

O teor de fibra da goma de cajueiro chega a ser superior ao teor de fibra da goma arábica e bem mais superior ao farelo de milho, 87,87%^[10] e à farinha da casca do maracujá, 70,67%^[11]. Portanto, a goma de cajueiro pode ser considerada um complemento alimentar promissor para esta aplicação.

As fibras provenientes de gomas têm a capacidade de se ligar à água e formar géis, resultando em uma camada superficial suave ao longo da mucosa do intestino delgado, servindo de barreira na absorção de alguns nutrientes, atrasando o metabolismo essencialmente de gorduras e açúcares. Isto contribui, sobremaneira, para a estabilização do metabolismo energético, controlando os aumentos bruscos da taxa de glicemia em diabéticos^[12].

Perfil de minerais

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados da análise de minerais. As variações mais significativas ocorreram nos teores de Fósforo, Cálcio e Ferro. Observou-se que nas amostras processadas, GAE200, GAE400, GCE200 e GCE400, houve maior aumento do teor de Ferro, o que pode ser relacionado à contaminação das amostras dentro da extrusora durante o processamento. Observou-se ainda que, a goma arábica é mais rica em Sódio, Potássio e Cálcio.

Análise de viscosidade rápida

Todas as amostras apresentaram alta viscosidade inicial, o que pode ser atribuído a dificuldade inicial

de dispersão das partículas e ao inchamento da cadeia molecular devido ao contato com a água. Na Figura 2 nota-se ainda, que houve uma leve tendência de redução da viscosidade, sob cisalhamento constante, mediante o aumento da temperatura.

As amostras GAE200 e GAE400 apresentaram viscosidade superior a GA. Em estudo realizado por Sereno et al.^[6], também foi observado por RVA que a goma xantana após processamento de extrusão teve aumento da viscosidade. Tal efeito foi relacionado à religação das cadeias laterais, rompidas durante a extrusão, à cadeia principal, resultando na reconstrução da estrutura.

Já as amostras GCE200 e GCE400 apresentaram menor viscosidade do que a goma de cajueiro não processada (GC). Tal efeito poderia ser relacionado à redução da massa molecular devido a quebra das cadeias moleculares durante o processamento^[13].

Difração de raio-x (DRX)

Conforme Figura 3, a goma arábica apresentou conformação amorfa sem significativa modificação após o processo de extrusão. Por outro lado, a goma de cajueiro apresentou alteração da conformação da cadeia molecular após processamento.

Analisando os percentuais amorfos e cristalinos, foi observado que houve uma tendência ao aumento do percentual amorfo das amostras de goma arábica após o processamento. Enquanto que, nas amostras de goma de cajueiro apenas GCE200 apresentou este comportamento. Enquanto GCE400 apresentou aumento no percentual cristalino.

O aumento do percentual amorfo pode ser relacionado à mudança na configuração da cadeia, ou seja, durante a extrusão há rompimentos de ligações químicas, quebras de cadeias e/ou fusão da região cristalina^[14].

As amostras de goma de cajueiro apresentaram percentual cristalino maior que as amostras de goma arábica. A conformação cristalina está relacionada à

Tabela 2. Dados de composição centesimal em base seca.

Identificação da amostra	Umidade*	Proteínas*	Cinzas*	Extrato etéreo*	Fibra Alimentar*	Carboidrato*	Valor Calórico**
GA	10,13±0,22 ^a	0,77±0,02 ^a	5,02±0,02 ^a	0,43±0,13 ^a	93,90	-	9,98
GAE200	10,85±0,21 ^{a,b}	0,71±0,01 ^b	4,92±0,18 ^a	0,41±0,09 ^a	94,47	-	9,19
GAE400	11,41±0,20 ^b	0,78±0 ^a	5,67±0,83 ^a	0,40±0,02 ^a	92,81	0,53	12,24
GC	14,8±0,031 ^c	1,21±0 ^c	0,85±0,01 ^b	1,27±0,12 ^b	97,26	-	15,72
GCE200	4,03±0,23 ^d	1,14±0,01 ^d	0,84±0,01 ^b	0,61±0,08 ^a	95,95	0,94	18,51
GCE400	3,55±0,04 ^d	1,19±0 ^c	0,84±0,02 ^b	0,54±0,08 ^a	96,39	0,38	17,03

As médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes no nível de 0,05 no teste de Tukey. *Valores expressos em g/100g. **Valores expressos em Kcal/100g.

Tabela 3. Dados do perfil de minerais

	Sódio*	Fósforo*	Potássio*	Cálcio*	Magnésio*	Ferro*
GA	5056,69±92,85 ^a	30,53±1,07 ^a	2961,03±27,36 ^a	8829,36±19,18 ^a	1326,16±19,68 ^a	26,64±0,27 ^a
GAE200	5020,64±55,01 ^a	32,04±1,17 ^{a,b}	2936,64±57,22 ^a	8709,78±2,64 ^b	1313,69±6,43 ^a	190,36±35,15 ^b
GAE400	5012,64±36,12 ^a	34,64±0,2 ^b	2943,00±33,01 ^a	8712,47±2,64 ^b	1315,48±11,86 ^a	317,04±4,49 ^c
GC	126,64±0,88 ^b	25,80±1,33 ^c	396,02±3,14 ^b	1246,52±3,37 ^c	1115,27±12,12 ^b	5,67±0,69 ^a
GCE200	142,93±1,10 ^b	34,81±0,43 ^b	478,85±6,51 ^b	1348,06±2,06 ^{c,d}	1205,90±6,77 ^c	97,26±1,56 ^d
GCE400	138,58±1,11 ^b	34,91±1,27 ^b	463,15±6,10 ^b	1385,68±5,72 ^d	1222,14±1,13 ^c	145,19±3,78 ^{b,d}

As médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes no nível de 0,05 no teste de Tukey. *Valores expresso em mg/kg.

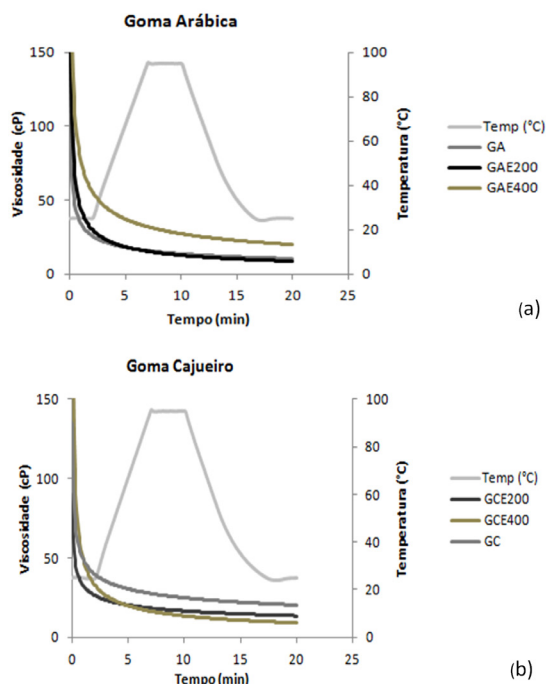


Figura 2. Perfil de viscosidade das amostras: (a) GA, GAE200, GAE400 e (b) GC, GCE200 e GCE400.

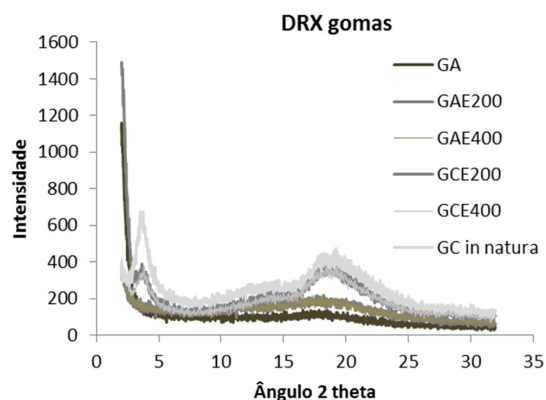


Figura 3. Espectros de difração de raio-x das amostras GA, GAE200, GAE400, GC, GCE200 e GCE400.

eficiência de compactação da cadeia polimérica e é influenciada pela presença e pelo tamanho de ramificações laterais. Quanto mais regular for o polímero e, em termo de distribuição de grupamento periférico (ramificações), mais propensa será a cristalização^[15].

Por outro lado, o aumento da cristalinidade da amostra GCE400 pode estar relacionado a inúmeros fatores como: constituição química, rigidez molecular, taticidade (posicionamento) das ramificações e massa molecular. A cristalização de açúcares amorfos pode ocorrer durante o processamento, pois no estado vítreo não é provável devido à baixa mobilidade molecular^[14].

Conclusões

A partir dos parâmetros avaliados a goma de cajueiro poderia ser indicada como substituta da goma arábica. Pois, as vantagens da goma de cajueiro observadas foram:

- Menor teor de cinzas, indicando menor grau de impurezas mesmo na amostra não purificada;
- Maior teor de proteínas, o que pode conferir melhores propriedades emulsificantes, desejado nos processos de encapsulação de óleos e aromas;
- Alto teor de fibras, sendo maior que a goma arábica e outros materiais tradicionais;
- Menor viscosidade após a extrusão, o que pode contribuir para melhor dispersão e solubilidade em soluções.

Agradecimentos

À Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA); À Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT).

Referências Bibliográficas

1. Botelho, M. L. - “Propriedades físico-químicas do exsudado de *Anacardium occidentale* L. para a indústria de alimentos”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil (1999).
2. Fennema, O. R. - “Dispersed systems: basic considerations, carbohydrates & food additives”, in: Food Chemistry. University of Wisconsin, cap.3, 4 e 12, Madison, Marcel Dekker Inc. New York (1996).
3. Towle, G. A. & Whistler, R. L. - “Hemicelluloses and gums”, in: Phytochemistry: the process and products of photosynthesis, L.P. Miller, v.1, p.198-248, Van Nostrand Reinhold, New York (1973).
4. Food Ingredients Brasil, 2011. - “Dossiê Gomas-As gomas exsudadas de plantas”, n.17, 26-46p, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fim.com.br>>. Acesso em: ago. 2011.
5. De Paula, R. C. M.; Heatley, F. & Budd, P. M. - Polym. Int., **1**, p.27 (1998). [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0126\(199801\)45:1<27::AID-PI900>3.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0126(199801)45:1<27::AID-PI900>3.0.CO;2-9)
6. Sereno, N. M.; Hill, S. E. & Mitchell, J. R. - Carbohydr. Res., **342**, p.1333 (2007). PMID:17466288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carres.2007.03.023>
7. Association of Official Agricultural Chemists - AOAC. - “Official Methods of Analysis of the Association of Official Agriculture Chemists”, Washington (2005).
8. Becker, A.; Hill, S. E. & Mitchell, J. R. - Cereal Chem., **78**, p.166 (2001). <http://dx.doi.org/10.1094/CCHEM.2001.78.2.166>
9. Wu, Y.; Chen, Z.; Li, X. & Wang, Z. -. Lebensm. wiss. technol., **43**, p.492 (2001).
10. Prosky, L.; Asp, N. G.; Scheweizer, T.F.; Devries, J.W. & Furda, I. - J. Assoc. Anal. Chem., **71**, p.1017 (1988).
11. De Souza, M. W. S.; Ferreira, T. B. O. & Vieira, I. F. R. - Alim. Nutr., **19**, p.33 (2008).
12. Márquez, L. R. - “A fibra terapêutica”, 2. ed., BYK Química, p.14, São Paulo (2001).
13. Cáceres, C., C. A. & Canevarolo, S. V. - Polímeros, **16**, p.294 (2006).
14. Ross, Y. H. - Phase/state transitions in food: chemical, structural and rheological changes. IFT basic symposium series:13. p.57 (1998).
15. Alves, J. P. D. & Rodolfo JR., A. - Polímeros, **16**, p.165 (2006). <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282006000200018>

Enviado: 24/04/12
Reenviado: 17/11/12
Aceito: 06/12/12