



LUAN ALBERTO ANDRADE

**CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DO
TARO (*Colocasia esculenta*) QUANTO AO PODER
EMULSIFICANTE**

LAVRAS - MG

2013

LUAN ALBERTO ANDRADE

**CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DO TARO (*Colocasia esculenta*)
QUANTO AO PODER EMULSIFICANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Joelma Pereira

Coorientador

Dr. Cleiton Antônio Nunes

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Andrade, Luan Alberto.

Caracterização da mucilagem do taro (*Colocasia esculenta*)
quanto ao poder emulsificante / Luan Alberto Andrade. – Lavras :
UFLA, 2013.
84 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
Orientador: Joelma Pereira.
Bibliografia.

1. Panificação. 2. Carboidratos. 3. Goma. 4. Proteína. 5. Aditivo.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.06

LUAN ALBERTO ANDRADE

**CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DO TARO (*Colocasia esculenta*)
QUANTO AO PODER EMULSIFICANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2013.

Dr. Cleiton Antônio Nunes

UFLA

Dra. Patrícia de Fátima Pereira Goulart

UNILAVRAS

Dra. Joelma Pereira

Orientadora

LAVRAS - MG

2013

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que me tem proporcionado, pois sem Ele não seria ninguém.

À Nossa Senhora Aparecida e à Santa Terezinha, pela intercessão e proteção.

Aos meus pais, Vanusa e José Alberto, pelo amor, carinho, paciência, atenção e por todos os ensinamentos.

A minha linda namorada, Samara, pelo amor, carinho, paciência e ajuda nas horas mais difíceis, pois, com certeza, sem ela não chegaria aqui.

A minha irmã, Luna, pela paciência e atenção.

Aos meus queridos avós, Maura, Doquinha, Antônio e Sebastião (*in memoriam*), pelo incentivo e ensinamentos.

Aos meus queridos tios, Gilnei e Wanda, pela alegria, entusiasmo e por sempre elogiar o sobrinho.

A adorável e querida afilhada, Laís.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização dos meus estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado.

A minha orientadora, Joelma, por acreditar em mim, pela paciência, atenção, entusiasmo, ensinamentos e por estar sempre presente.

Ao professor Cleiton, pela atenção, ensinamentos e por estar sempre disponível para ajudar.

A todos os funcionários do DCA, pela ajuda para a concretização desse trabalho.

Às empresas Gemacom Tech e Danisco, pelo fornecimento dos emulsificantes e gomas comerciais.

A todos os amigos do Laboratório de Grãos Raízes e Tubérculos, Fausto, Gisele, Janyelle, Carina, João Renato, Natália, Luciana, Débora, Lili e Kelen, em especial à Lucinéia e ao Raul, que ajudaram na execução deste trabalho.

Aos membros da banca, Joelma, Cleiton, Patrícia e Elisângela, pela disponibilidade e atenção.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

RESUMO

O rizoma de taro é muito utilizado na indústria e na dieta alimentar de países tropicais, como o Brasil, devido ao seu alto teor de carboidratos, vitaminas do complexo B e minerais. Em alguns estudos recentes tem sido mostrado que a mucilagem liofilizada extraída desse rizoma tem poder emulsificante em massas de pães de forma. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a mucilagem de taro (MT), visando conhecer seus componentes químicos e, assim, justificar o seu poder emulsificante, tendo como parâmetros os emulsificantes (CSL, SSL, monoglicerídeos, lecitina e DATEM) e as gomas comerciais (goma arábica, carragena, locusta, guar e xantana). Para a caracterização da MT e das gomas comerciais, foram determinados composição centesimal (umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas e fração glicídica), valor calórico, pH, acidez titulável, minerais, açúcares totais, açúcares redutores e não redutores, teor de amido, análise de monossacarídeos, análise de aminoácidos e espectro na região do infravermelho. Para a comparação da MT com os emulsificantes comerciais, procedeu-se à análise de extrato etéreo. A MT tem alto teor de fração glicídica, sendo grande parte dela composta de amido, o que, consequentemente, levou ao grande teor de glicose após a hidrólise ácida. Além disso, tem também uma fração proteica. O composto que pode fornecer o poder emulsificante à MT não é o mesmo dos emulsificantes comerciais, devido ao fato de eles possuírem alto teor de extrato etéreo, ao contrário da mucilagem. Todas as gomas comerciais estudadas têm alta concentração de fração glicídica e pequena percentagem de proteína e pode-se inferir que elas não estão na sua forma pura, podendo conter compostos contaminantes. Pode-se concluir que o composto que fornece o poder emulsificante a MT se assemelha ao composto que fornece esse poder às gomas comerciais, que é devido, principalmente, ao teor de proteínas, seja ela complexada ou não aos carboidratos presentes, tendo a presença de aminoácidos hidrofóbicos, como leucina, isoleucina e triptofano. A presença do grupo metil, vista no espectro de infravermelho e a pequena presença de lipídeos podem também contribuir para o poder emulsificante. Para o melhor uso da MT como emulsificante, é necessária uma purificação da mucilagem, isto é, a retirada do amido, para se ter um produto com maior concentração do componente químico que lhe fornece essa atividade.

Palavras-chave: Carboidratos. Panificação. Gomas. Proteína. Aditivo.

ABSTRACT

The taro rhizome is widely used in industry and the diet of tropical countries like Brazil, due to its high carbohydrate, B compound vitamin and mineral contents. Some recent studies have shown that the extracted mucilage, lyophilized, of that rhizome possesses emulsifying capacity in loaf bread dough. The objective of the present work was to characterize the taro mucilage (TM) to seeking knowledge of their chemical components and thus justify its emulsifying capacity, taking as parameters the emulsifiers (CSL, SSL, monoglycerides, lecithin and DATEM) and the commercial gums (arabic, carrageenan, locust, guar and xanthan) as comparisons. For the TM and commercial gum characterization centesimal composition (moisture, ethereal extract, crude protein, crude fiber, ash and glycidic fraction), caloric value, pH, titratable acidity, minerals, total and reducing sugars and starch content were determined. Monosaccharide, amino acid and infrared spectrum analyses were also undertaken. For the comparison of TM with the commercial emulsifiers, ethereal extract analysis was conducted. The TM possesses high glycidic fraction content, a large part of that composed of starch, that consequently lead to the high glucose content after acid hydrolysis. Furthermore, it also possesses a protein fraction. The compound that can supply the emulsifying capacity to the TM is not the same as in the commercial emulsifiers, because they possess high ethereal extract content, unlike mucilage. All of the studied commercial gums possess high glycidic fraction concentration and low protein percentage and it can be inferred that they are not in their pure form, possibly containing pollutant compounds. We concluded that the compound that supplies the emulsifying capacity to TM is similar to the compound that supplies that capacity to the commercial gums, that is mainly due to the protein content, complexed or not, to the carbohydrates present, having the presence of hydrophobic amino acids, such as leucine, isoleucine and tryptophan. The methyl group presence, seen in the infrared spectrum and the low lipid presence can also contribute to the emulsifying capacity. For the best use of TM as an emulsifier, the purification of the mucilage, that is, the removal of the starch, is necessary to yield a product with a higher concentration of the chemical component that supplies that activity.

Keywords: Carbohydrates. Breadmaking. Gums. Protein. Additive

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A) Plantas e túberas de inhame (<i>Dioscorea cayannensis</i>) e B) Plantas e rizomas de taro (<i>Colocasia esculenta</i>).....	17
Figura 2	Formação e estabilização de emulsão em produtos de panificação com adição de emulsificante comercial.....	22
Figura 3	Formação do complexo amilose-emulsificante, sendo que a amilose liga-se a parte hidrofóbica do emulsificante	22
Figura 4	Estrutura genérica da goma arábica.....	26
Figura 5	Estrutura molecular da goma guar.....	27
Figura 6	Estrutura primária da goma xantana.....	29
Figura 7	Estrutura química dos tipos de Carragena.....	30
Figura 8	Estrutura química da goma locusta	32
Figura 9	Extração da mucilagem do rizoma de taro por filtração em malha de poliéster	34
Figura 10	Espectros de FTIR da mucilagem de taro (MT) e das gomas xantana (GX), arábica (GA), guar (GG), locusta (LBG) e carragena (GC).....	62
Figura 11	Gráfico de escores da análise de componentes principais (PCA) da mucilagem do taro e das cinco gomas comerciais.....	66
Figura 12	Gráfico de pesos da PCA da mucilagem do taro e das cinco gomas comerciais.....	67
Figura 13	Representação esquemática do modelo “wattle blossom”, simbolizando o componente funcional da goma arábica (AGP). (a) Em solução, (b) Adsorvido na interface óleo-água, sendo carboidratos (C), a parte hidrofílica e proteínas (P), a parte hidrofóbica (aminoácidos com radicais apolares). Adaptado de Dickinson (2003).....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição nutricional do taro em 100 g de alimento	15
Tabela 2	Alguns dos aditivos para uso segundo as BPF (Boas Práticas de Fabricação), com respectivas classes funcionais*	25
Tabela 3	Valores médios do tempo de retenção dos aminoácidos analisados	42
Tabela 4	Percentagem de extrato etéreo de emulsificantes comerciais e da mucilagem de taro	45
Tabela 5	Valores médios de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas, fração glicídica em g 100g ⁻¹ e valor calórico (kcal 100g ⁻¹) da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana	47
Tabela 6	Composição química frequentemente encontrada na literatura para a mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana em g 100g ⁻¹	48
Tabela 7	pH e acidez titulável da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana	50
Tabela 8	Valores médios, em matéria integral, dos macro e micro-minerais da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana	52
Tabela 9	Teores de açúcares, amido e monossacarídeos na mucilagem de taro e nas gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana	54
Tabela 10	Teor de aminoácidos em percentagem na mucilagem de taro e nas gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana	59
Tabela 11	Grupos funcionais característicos de cada carragenana e as respectivas absorvâncias (Espectroscopia de Infravermelho). Adaptado de GENU (1985) e McCandless e Richter (1983)	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)	14
2.1.1	Confusão entre os nomes populares e científicos de taro, inhame e cará	15
2.2	Mucilagem do taro	17
2.3	Emulsificantes	20
2.4	Gomas	24
2.4.1	Goma arábica	25
2.4.2	Goma guar	27
2.4.3	Goma xantana	28
2.4.4	Goma carragena	30
2.4.5	Goma locusta	31
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	Locais de condução do experimento	33
3.2	Obtenção da mucilagem	34
3.2.1	Obtenção da mucilagem liofilizada	34
3.2.1.1	Rendimento da mucilagem de taro liofilizado	35
3.3	Delineamento experimental	35
3.4	Análises na mucilagem liofilizada do taro e nas gomas comerciais	35
3.4.1	Umidade	35
3.4.2	Extrato etéreo	36
3.4.3	Proteína bruta	36
3.4.4	Cinzas	36
3.4.5	Fibra bruta	37
3.4.6	Fração glicídica (FG)	37
3.4.7	Valor calórico	37
3.4.8	pH	37
3.4.9	Acidez titulável (AT)	38
3.4.10	Minerais	38
3.4.11	Açúcares totais, redutores e não redutores	39
3.4.12	Amido	39
3.4.13	Espectroscopia na região do infravermelho (FTIR)	39
3.4.14	Determinação de monossacarídeos	39
3.4.15	Determinação de aminoácidos	40
3.5	Análise estatística	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Rendimento da mucilagem de taro liofilizada	45

4.2	Teor de extrato etéreo em diversos emulsificantes sintéticos comerciais.....	45
4.3	Caracterização da mucilagem liofilizada de taro e de gomas comerciais.....	47
4.3.1	Composição centesimal e valor calórico	47
4.3.2	pH e acidez titulável	50
4.3.3	Macro e micro-minerais.....	51
4.3.4	Análise de carboidratos.....	54
4.3.5	Determinação de aminoácidos.....	58
4.3.6	Espectros na região do infravermelho	61
4.4	Comparação quimiométrica entre a caracterização da MT e das gomas comerciais.....	65
4.5	Hipóteses sobre o poder emulsificante da MT e das gomas comerciais.....	69
5	CONCLUSÕES.....	73
	REFERÊNCIAS	74

1 INTRODUÇÃO

Os emulsificantes são moléculas anfífilas que têm região polar e não polar na mesma molécula. Eles são utilizados como aditivos em alimentos para fazer com que duas ou mais substâncias imiscíveis se tornem miscíveis entre si, diminuindo a tensão interfacial entre os líquidos até a mistura.

Seu emprego na indústria de alimentos é vasto. Na panificação, por exemplo, pode apresentar vários benefícios, como redução no tempo de mistura; substituição total ou parcial da gordura; melhoria das propriedades de retenção de gás, textura e volume, além de melhorar a retenção de água e prolongar a vida útil do pão. Os principais tipos de emulsificantes comerciais sintéticos são os monoglicerídeos, os monoésteres de propilenoglicol, os ésteres lactilatos, os monoglicerídeos acetilados e os ésteres etoxilados. Alguns agentes emulsificantes são de origem natural, como a lecitina e as gomas arábica, guar, xantana, locusta e carragena.

Atualmente, há preferência por alimentos e aditivos alimentares naturais, devido à preocupação com uma vida mais saudável. Por isso, a descoberta e a pesquisa sobre aditivos naturais são de grande importância.

O rizoma de taro é utilizado na indústria e na dieta alimentar em muitos países tropicais por ser um alimento rico em carboidratos, minerais e vitaminas, e por ser um alimento com propriedades depurativas. Além disso, a produção por unidade de área é grande, é pouco exigente em gastos com mão de obra e apresenta boa conservação pós-colheita. Segundo alguns estudos, a mucilagem desse rizoma apresenta poder emulsificante, sendo, portanto, um aditivo natural.

A mucilagem, em geral, é uma substância gomosa que pode ser encontrada em vegetais, como cereais integrais, legumes e leguminosas, hortaliças e frutas, e devido à sua viscosidade, pode ser utilizada como espessante na indústria de alimentos. Quimicamente, pode ser constituída por

água, açúcares e ácidos orgânicos. A mucilagem do rizoma de taro em particular tem propriedades reológicas únicas, podendo ser utilizada como espessante, estabilizante e emulsificante, na indústria de alimentos.

Devido à utilização da mucilagem liofilizada de taro, por alguns autores, como emulsificante em pães de forma, é importante a sua caracterização, com o objetivo de conhecer seus componentes químicos e justificar esse poder, tendo como referência a caracterização de gomas e emulsificantes comerciais. Além disso, pode agregar valor ao rizoma de taro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Taro (*Colocasia esculenta*)

O taro (*Colocasia esculenta*) é uma planta originária de regiões tropicais úmidas da Ásia (Índia, Bangladesh e Myanmar), pertencente à família *Araceae*, caracterizada por suas enormes folhas verde-escuras, limbo na forma de coração, pecíolo verde ou arroxeadado, longo e inserido no meio da folha. A altura pode variar entre 30 cm a 180 cm, de acordo com a cultivar (BRASIL, 2010). O seu caule é modificado em rizoma feculento, constituindo a parte comestível da planta. As suas raízes são abundantes e do tipo fasciculada (SANTOS; PUIATTI, 2002).

A cultura do taro é considerada rústica, por exigir pouco em tratamentos culturais, sendo, normalmente, dispensado o uso de fertilizantes e de defensivos. É uma hortaliça de clima tropical, quente e úmido, e intolerante a frio, porém, pode ser plantada em regiões de clima ameno, no período de setembro a dezembro e em regiões de clima quente, no período de agosto a fevereiro. A colheita é realizada por volta de sete a nove meses após o plantio, quando as folhas começam a amarelar, murchar e secar (BRASIL, 2010).

Juntamente com a batata, a mandioca e a batata-doce, o inhame e o taro compõem o grupo das amiláceas, consumidas por 70% da população mundial, sendo que um terço o consome como base alimentar, principalmente as populações de baixa renda. Como valor nutritivo, essas hortaliças são ricas em vitaminas e sais minerais, porém, se destacam mais como fornecedoras de carboidratos, como o amido (fonte de energia), estando inseridas na base da pirâmide alimentar. A composição nutricional do taro pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 Composição nutricional do taro, em 100 g de alimento

	Umidade	Glicídeos	Proteína	Lípídeo	Ca*	P*	Fe*	Fibra
Taro ^a	73,1	14,6	1,5	0,2	25,0	50,0	4,0	1,0

^a (*Colocasia esculenta*); *Valores em mg

Fonte: Franco (1998)

O rizoma de taro possui alto teor de umidade e glicídeos, sendo este último com grande percentagem de amido.

Raízes e tubérculos, como inhame e taro, são cultivados quase que exclusivamente nas regiões tropicais e semitropicais do mundo, sendo aproximadamente 80% de matéria seca das raízes e tubérculos compostos de carboidratos, que consistem, principalmente, de mucilagem, amido e açúcares (HUANG et al., 2007; KIM et al., 1995).

O taro reúne um extenso rol de potencialidades, destacando-se as aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de produtos químicos (LIMA, 2002). As propriedades medicinais de algumas espécies garantem seu emprego na farmacologia, como depurativo sanguíneo e na síntese de cortisona e hormônios esteroides (CARMO; BOREL, 2002), além de possuir atividade emulsificante em sua mucilagem, quando adicionado em massas de pães de forma (TAVARES, 2009).

2.1.1 Confusão entre os nomes populares e científicos de taro, inhame e cará

A origem dos nomes vulgares das espécies, muitas vezes, é desconhecida ou, mesmo, impossível de ser identificada, em especial aqueles nomes que acompanham as plantas cultivadas que, há milênios, foram domesticadas e levadas dos seus locais de origem, domesticação e/ou cultivo inicial, para outras partes da Terra. Muitos vegetais superiores e inferiores têm sido referenciados

pelos seus nomes populares há séculos, utilizando-se, geralmente, algum atributo morfológico, referência ao uso, local de ocorrência ou indicação de ordem pessoal (PEDRALLI et al., 2002).

No Brasil, durante muitas décadas, os nomes vulgares do taro, do inhame e do cará vêm causando grande confusão. No meio rural, é comum o uso da denominação cará ou inhame, mas o consumidor, normalmente, utiliza o termo inhame (SANTOS et al., 2007). Devido à confusão com o nome popular, há também problemas com o nome científico desses vegetais amiláceos.

A padronização da nomenclatura do inhame e do cará no território nacional foi determinada por ocasião do 1º Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Cará, realizado em Venda Nova do Imigrante, ES, em 2001. Naquela ocasião ficou estabelecido que o cará, cujo tubérculo é muito cultivado nas regiões norte e nordeste do Brasil, passaria a ter denominação definitiva de inhame (*Dioscorea* spp.) e o inhame, rizoma popularmente conhecido no sul, sudeste e centro-oeste brasileiro, passaria a ter a denominação taro (*Colocasia esculenta*), como é conhecido mundialmente no mercado econômico (MAESTRI; ARAUJO, 2003; SANTOS et al., 2007). Portanto, de acordo com Santos et al. (2007), o cará é da mesma família do inhame (*Dioscoreaceae*), mas a denominação cará não é mais utilizada. O termo padronizado é inhame.

Na Figura 1 encontram-se as plantas e as túberas de inhame e rizomas de taro, em que se pode observar que não há semelhanças físicas entre eles. A composição química desses vegetais é semelhante, ambos ricos em carboidratos (amido), diferindo em maior magnitude no teor de minerais, como fósforo e ferro.



Figura 1 A) Plantas e túberas de inhame (*Dioscorea cayannensis*) e B) Plantas e rizomas de taro (*Colocasia esculenta*)

Fonte: Paula (2009)

Devido à confusão existente entre os nomes, será considerada no trabalho de Tavares (2009) e Tavares et al. (2011), a denominação taro e não inhame, devido à comprovação, por meio de fotografia, de que se trata, realmente, de taro.

2.2 Mucilagem do taro

A mucilagem, em geral, é uma substância gomosa encontrada nos vegetais. Do ponto de vista físico, é um sistema coloidal líquido, sendo, portanto, um hidrogel; quimicamente, é constituída por água, pectinas, açúcares e ácidos orgânicos (MISAKI; ITO; HARADA, 1972). As mucilagens fazem

parte da composição das fibras que se encontram presentes, em sua maior parte, nos cereais integrais, nos legumes e nas leguminosas, nas hortaliças e nas frutas, sendo inúmeros os benefícios que o seu consumo pode trazer (HOU; HSU; LEE, 2002). A fibra solúvel é responsável pelo aumento do tempo de trânsito intestinal e está relacionada à diminuição do esvaziamento gástrico, ao retardo da absorção de glicose e à redução do colesterol no sangue. A fibra insolúvel contribui para o aumento do volume do bolo fecal, a redução do tempo de trânsito intestinal e o retardo da absorção de glicose (COSTA; SILVA; MAGNONI, 1997).

Para Divekar Varsha et al. (2006), as mucilagens são complexos polissacarídeos formados a partir de açúcares e unidades de ácido urônico e formam massas viscosas em água e, normalmente, são heterogêneos em sua composição.

A mucilagem pode ser utilizada na indústria alimentícia para a confecção de geleias e doces diversos, e na indústria farmacêutica para correção do gosto de fármacos e para dar estabilidade às emulsões e pomadas (HOU; HSU; LEE, 2002). Devido à presença de glicoproteína manana, pode ser utilizada como espessante de alimentos (MISAKI; ITO; HARADA, 1972). No caso da mucilagem do rizoma de taro, ela pode ser utilizada como emulsificante natural em pães de forma (TAVARES, 2009).

As mucilagens de raízes e tubérculos tropicais, como taro e inhame, exibem propriedades reológicas únicas, com potencial considerável como espessante e estabilizante de alimentos (FEDENIUK; BILIADERIS, 1994), além de apresentar atividade emulsificante.

Acima de $10,7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de mucilagem bruta podem ser extraídos dos rizomas de taro com água quente (GAIND et al., 1968 apud NIP, 1997). Nip (1980) relatou que o taro contém cerca de 10% de mucilagem com base no peso seco. Tavares (2009) encontrou rendimento da mucilagem liofilizada de taro de

6,84 g 100 g⁻¹. O rendimento da mucilagem pode mudar de acordo com a variedade e com o estágio fisiológico do vegetal.

Muitos polissacarídeos não amiláceos têm função como componente da parede celular, porém, os mais abundantes nos taros são proteínas-arabinogalactanas (AGP), que estão presentes na mucilagem solúvel em água dos tubérculos. As arabinogalactanas são bastante difundidas nas plantas (JIANG; RAMASDEN, 1999; LIN; HUANG, 1993). A presença de polissacarídeos não amiláceos na mucilagem solúvel em água proporciona uma textura característica ao rizoma de taro, a qual contribui para melhorar a palatabilidade do mesmo, segundo Sagodok e Nips (1994 apud CEREDA, 2003). As AGPs podem fornecer atividade emulsificante, pois são moléculas anfifílicas, isto é, têm parte polar e parte não polar na sua estrutura.

De acordo com o trabalho de Njintang et al. (2011), que estudaram a mucilagem de seis variedades diferentes de taro, a quantidade de carboidratos varia entre 46% a 69%, sugerindo que hidratos de carbono são o principal componente desse produto, sendo galactose, manose e arabinose os principais monossacarídeos. Neste mesmo estudo, o teor de proteínas foi de 30% a 50%, tendo ácido aspártico e asparagina, ácido glutâmico e glutamina, glicina, leucina, serina e alanina como principais aminoácidos.

A partir de relatos sobre a adição de taro/inhame em massas de pães, surgiu o interesse de verificar a ação desses tubérculos nas formulações de pães. Fonseca (2006) estudou a ação do taro *in natura*, da mucilagem do taro *in natura* e da mucilagem do taro liofilizada, principalmente sob a textura de pães de forma e concluiu que o melhor efeito melhorador foi obtido com a utilização da mucilagem liofilizada. Fonseca (2006) também verificou que pães de forma acrescidos de mucilagem de taro liofilizada obtiveram boa aceitabilidade pelo público, viabilizando seu emprego em pães de forma. No trabalho de Tavares (2009), concluiu-se que a mucilagem de taro liofilizada é uma alternativa eficaz

de emulsificante natural para ser utilizado em pães de forma, porém, poucos trabalhos caracterizando esse produto foram realizados e ainda se desconhece qual componente químico fornece a atividade emulsificante.

2.3 Emulsificantes

Todos os emulsificantes apresentam uma característica comum, que é o fato de serem moléculas anfífilas, ou seja, a mesma molécula tem uma porção polar, solúvel em água, também chamada de porção hidrofílica, e uma porção apolar, insolúvel em água, também chamada de lipofílica ou hidrofóbica (EMULSIFICANTES..., 2002). Os emulsificantes apresentam propriedades lipolíticas, reduzindo a tensão interfacial entre as fases que normalmente não se misturam (MATUDA, 2004). Portanto, agente emulsificante é definido como qualquer substância capaz de ajudar na formação de uma mistura estável de duas substâncias anteriormente imiscíveis, como, por exemplo, óleo e água. Essas substâncias podem também ser chamadas de surfactantes (do inglês *surfactant*) ou tensoativos.

Segundo a legislação vigente (Portaria nº 540 de 1997), emulsionante/emulsificante é a substância que torna possível a formação ou a manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento. Já estabilizante, que é muito confundido com emulsificante, é a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento. Portanto, todo emulsificante é um estabilizante, mas nem todo estabilizante é um emulsificante.

Os alimentos, sejam eles industrializados ou não, necessitam de emulsificantes, visto que, além da água, contêm outros componentes como proteínas, carboidratos e gorduras. A indústria de alimentos é considerada a

maior consumidora de emulsificantes e a panificação representa esse segmento industrial com maior consumo.

De acordo com Palma, Cichello e Pavanelli (2011), os emulsificantes têm quatro funções principais na área de panificação, sendo elas:

- a) aeração e manutenção da espuma formada: é uma importante propriedade em produtos de panificação, nos quais se deseja ganho de volume devido à incorporação de ar durante o processamento. As moléculas do emulsificante dentro do líquido terão sua porção hidrofóbica orientada para as bolhas de ar e a porção hidrofílica orientada externamente para o meio contínuo, que é a água;
- b) estabilização de emulsões (Figura 2): proporciona uma facilidade e melhora no processo industrial e nos aspectos sensoriais dos alimentos;
- c) interação com o amido (Figura 3): ocorre a formação de um complexo amilose-emulsificante, em que esta porção não recristalizará na retrogradação, portanto, não contribuirá para o endurecimento do miolo e o envelhecimento do produto;
- d) interação com as proteínas da farinha de trigo (glúten): proporciona maior tolerância das massas à mistura e à fermentação. Acredita-se que a interação entre o glúten e o emulsificante ocorra em regiões polares, porém, na literatura não são descritos mecanismos para esse processo.

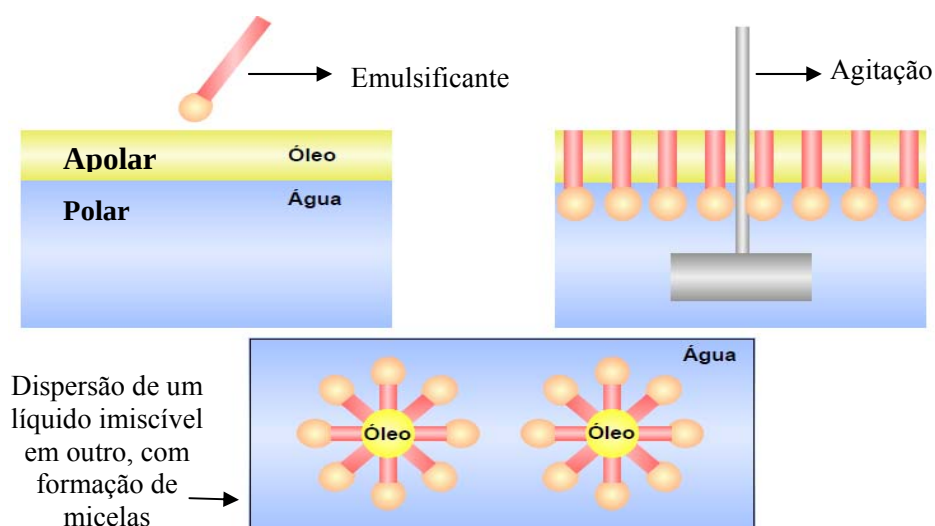


Figura 2 Formação e estabilização de emulsão em produtos de panificação com adição de emulsificante comercial

Fonte: Adaptado de Palma, Cichello e Pavanelli (2011)

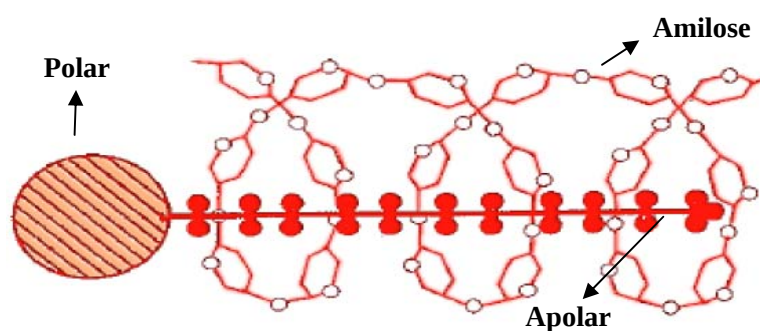


Figura 3 Formação do complexo amilose-emulsificante, sendo que a amilose liga-se à parte hidrofóbica do emulsificante

Fonte: Adaptado de Palma, Cichello e Pavanelli (2011)

Com exceção da lecitina, que é um fosfolípido, a maioria dos emulsificantes utilizados em alimentos é de ésteres parciais de ácidos graxos de origem animal ou vegetal e alcoóis polivalentes, como glicerol, propilenoglicol, sorbitol, sacarose e etc. Eles podem ser adicionalmente esterificados com ácidos orgânicos, como ácido láctico, tartárico, succínico e cítrico, entre outros (EMULSIFICANTES..., 2002).

Os monoglicerídeos constituem a principal categoria de agentes emulsificantes de uso alimentício (BORNSCHEUER, 1995). Comercialmente disponíveis, são uma mistura de mono, di e triglicerídeos. Porém, o emulsificante funcional é somente a porção do monoglicerídeo presente na mistura (EMULSIFICANTE..., 2002).

Os diacetil tartarato de mono e diglicerídeos, ou DATEM, são emulsificantes conhecidos por suas propriedades em processos de panificação. São essencialmente formados por éster de ácido tartárico diacetilado, com mono e diglicerídeos. O termo é genérico e abrange uma gama de substâncias que diferem quanto à natureza dos ácidos graxos, às relações entre mono e diglicéridos e o grau de esterificação do ácido diacetil tartárico (CAUVAIN; YOUNG, 2002).

Os emulsificantes estearoil lactilato são obtidos por meio da reação dos ácidos graxos e lácticos e de uma fonte de sódio ou de cálcio. Em virtude de sua capacidade de complexar com amido e proteínas, é muito utilizado na indústria de panificação e amido. Podem ser do tipo CSL (estearoil-2-lactil-lactato de cálcio) e SSL (estearoil-2-lactil-lactato de sódio).

Alguns exemplos de agentes emulsificantes de origem natural são as gomas, as proteínas, os alginatos e as lecitinas, que são substâncias com caráter anfifílico (SOUZA, 2007). As gomas são muito utilizadas como aditivos em alimentos. Um novo exemplo de aditivo natural é a mucilagem do taro que tem poder emulsificante, porém, existem poucos estudos caracterizando este produto.

Muitos hidrocoloides (polissacarídeos) de origem natural são utilizados com sucesso como emulsificantes. Dentre os disponíveis, a goma arábica é a mais utilizada. As propriedades emulsificantes e o filme especial formado são derivados da presença da fração proteica existente. Alguns hidrocoloides, como as galactomananas (goma guar e locusta), normalmente, não possuem fração proteica, mas têm também propriedades emulsificantes, devido à presença de grupos hidrofóbicos suficientes como metil e acetil (ARAÚJO, 2004).

2.4 Gomas

As gomas podem ser definidas, em termos práticos, como moléculas de alto peso molecular com características hidrofílicas ou hidrofóbicas que, usualmente, têm propriedades coloidais com capacidade de produzir géis ao combinar-se com o solvente apropriado. Desse modo, o termo goma se aplica a uma grande variedade de substâncias com características gomosas (WHISTLER, 1973).

As gomas podem ser obtidas de várias fontes, como, extratos de algas marinhas: alginatos, ágar e carragena; extratos de sementes: jataí ou locusta (LBG) e guar; exsudados vegetais: arábica ou acácia, adraganta, ghatti e karaya; de microrganismos, a partir da fermentação: xantana e gelana, e de extrato de tubérculo: konjac.

A goma é considerada um aditivo alimentar que, de acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO (1974, p. 3), é

toda substância que não apresenta valor nutritivo, adicionada ao alimento com a finalidade de impedir alterações, manter, conferir ou intensificar seu aroma, cor e sabor; modificar ou manter seu estado físico geral, ou exercer qualquer ação exigida para uma boa tecnologia de fabricação do alimento.

Tabela 2 Alguns dos aditivos para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação, com respectivas classes funcionais*

Aditivos (gomas)	classes funcionais
Goma guar	ESP/EST/MEU
Goma arábica (acácia)	ESP/EST/MEU
Goma xantana	ESP/EST/EMU/FOA
Goma carragena	ESP/EST/GEL/MEU
Goma jataí (LGB)	ESP/EST/MEU

ESP: espessante; EST: estabilizante; EMU: emulsificante; FOA: espumante; GEL: gelificante * De acordo com a resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 45, de 3 de novembro de 2010

Como se observa na Tabela 2, as gomas utilizadas no presente trabalho realizam, no mínimo, três funções no processamento dos alimentos, quais sejam: são emulsificantes, estabilizantes e espessantes. As outras funções secundárias são como floculante, gelificante e formadoras de filmes para revestir inúmeros alimentos.

2.4.1 Goma arábica

A goma arábica, ou acácia, é um exsudado gomoso obtido dos galhos e troncos da *Acacia senegal* e de outras espécies de acácia da família *Fabaceae*, de origem africana. A estrutura química desse polissacarídeo é complexa e muito ramificada, cuja cadeia principal é formada por unidades de galactose e ramificações secundárias de arabinose, ramnose, galactose e ácidos glucurônicos. A percentagem de proteínas nesta goma é próxima de 2,0 (BEMILLER; WHISTLER, 1996). Na Figura 4 observa-se uma estrutura genérica da goma arábica.

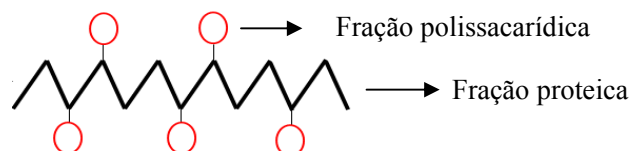


Figura 4 Estrutura genérica da goma arábica
Fonte: Dossiê Gomas (2013)

A presença da pequena fração de proteína faz com que a goma arábica apresente efeito estabilizante e emulsificante, que a diferencia de outros polissacarídeos (ROSENBERG; KOPELMAN; TALMON, 1990).

De acordo com alguns trabalhos, a goma arábica é formada por três principais constituintes, sendo eles arabinogalactano (AG), arabinogalactano-proteína (AGP) e glicoproteína (GP) (RANDALL; PHILLIPS; WILLIAMS, 1989; RENARD et al., 2006). A fração AGP tem sido mostrada, em trabalhos, ser a responsável pelo poder emulsificante da goma arábica. A parte hidrofílica dos monossacarídeos e a parte hidrofóbica dos aminoácidos com radical apolar na AGP contribuem para a sua atividade interfacial (AL-ASSAF et al., 2007).

A molécula de AGP consiste de um núcleo proteico de comprimento variável e uma ou mais cadeias laterais de arabinogalactanas, as quais constituem mais de 95% da molécula, sendo que há somente de 2% a 10% de proteína na composição (SHOWALTER, 1993).

No Brasil, a goma arábica é classificada como ingrediente funcional (fibra prebiótica solúvel) e como aditivo (INS 414) com função estabilizante, espessante e emulsificante.

2.4.2 Goma guar

A goma guar é obtida do endosperma da *Cyamopsis tetragonolobus*. Tem alta massa molecular e é formada de cadeia linear de manose (β -1,4) com resíduos de galactose como cadeias laterais, na proporção 2:1, respectivamente, (Figura 5). A cadeia pode ser reduzida por processos de despolimerização como hidrólise, oxidação enzimática e degradação térmica, originando produtos com diferentes propriedades para aplicações específicas. A semente de guar foi processada industrialmente em goma guar, entre 1940 e 1950, nos Estados Unidos (BEMILLER, 2009).

De acordo com Tavares (2005), a goma guar comercial tem, em média, além de carboidratos, 4,30% de proteína, 8,70% de umidade e 1,13% de resíduo mineral fixo.

Segundo a Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999, a goma guar apresenta o código internacional para aditivos INS 412 (sigla para *International Numbering System*), sendo classificada como agente emulsificante, espessante e estabilizante (BRASIL, 1999).

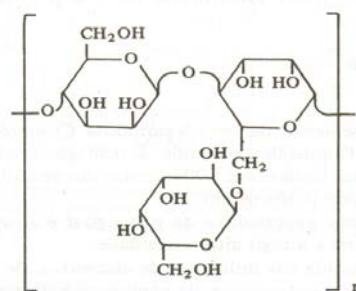


Figura 5 Estrutura molecular da goma guar
Fonte: Ribeiro e Seravalli (2004)

2.4.3 Goma xantana

A goma xantana é um polissacarídeo sintetizado por uma bactéria fitopatogênica do gênero *Xanthomonas* e tem extrema importância comercial. Esse polímero tem sido muito utilizado em alimentos. Foi aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA), em 1969, sendo aplicado a inúmeros outros produtos em vários segmentos industriais, entre eles fármacos, cosméticos, químico e petroquímico, o que se deve, principalmente, às suas propriedades reológicas, que permitem a formação de soluções viscosas a baixas concentrações (0,05%-1,0%) e a estabilidade em ampla faixa de pH e temperatura (FONTANIELLA et al., 2002; GARCÍA-OCHOA et al., 2000; NAVARRETE et al., 2001; SCAMPARINI et al., 2000). É uma substância formada por heteropolissacarídeos extracelulares e é constituída por unidades básicas de D-glicopirranose, D-manopirranose e ácido-D-glucorônico. Contém ainda, na molécula, grupos acetila e de ácido pirúvico, sendo estes últimos ligados às cadeias de D-glicose por ligações acetálicas (FERNANDES, 1995; SAHIN; OZDEMIR, 2004). A estrutura básica da goma xantana pode ser observada na Figura 6.

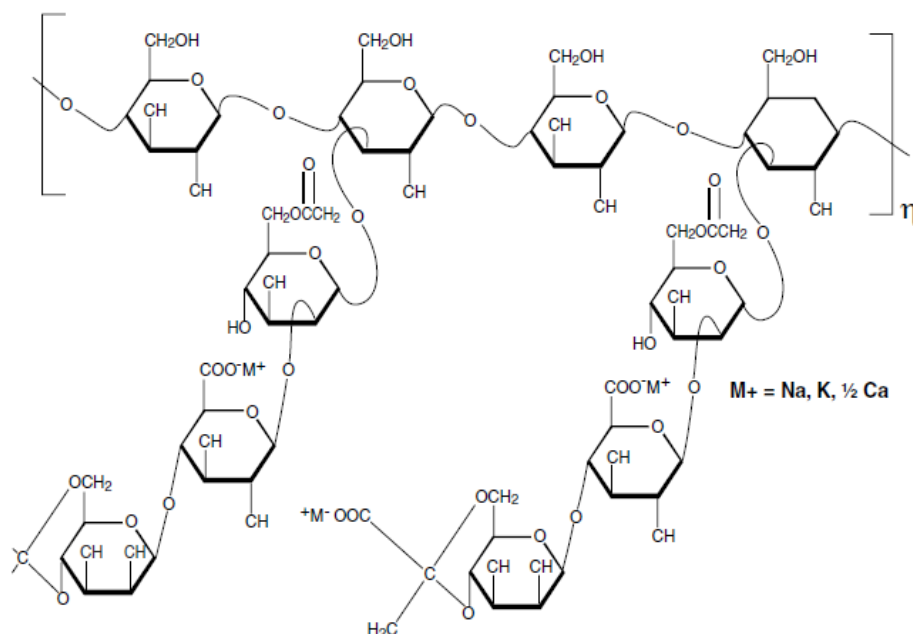


Figura 6 Estrutura primária da goma xantana
 Fonte: García-Ochoa et al. (2000)

No estudo de García-Ochoa et al. (2000), a composição química da goma xantana comercial tem, além do alto teor de carboidratos, 8% a 15% de umidade, 7% a 12% de cinzas e 0,3% a 1,0% de nitrogênio, podendo, então, ter, em média, até 6% de proteína bruta.

De acordo com a Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999, a goma xantana apresenta o código internacional para aditivos INS 415, sendo classificada como agente emulsificante, espessante e estabilizante (BRASIL, 1999).

2.2.4 Goma carragena

A carragena foi descoberta em 1785, na cidade de Carragheen, ao norte da Irlanda, onde as algas eram utilizadas para aumentar a viscosidade do leite consumido pela população. Foi, inicialmente, batizada de *carrageen* ou *irish moss*.

Pesquisas mostram que é possível separar a carragena em diferentes tipos, Lambda, Kappa, Iota, Mu e Nu, das quais Lambda, Kappa e Iota são as principais, estando suas estruturas químicas presentes na Figura 7 (CARRAGENAS..., 2012).

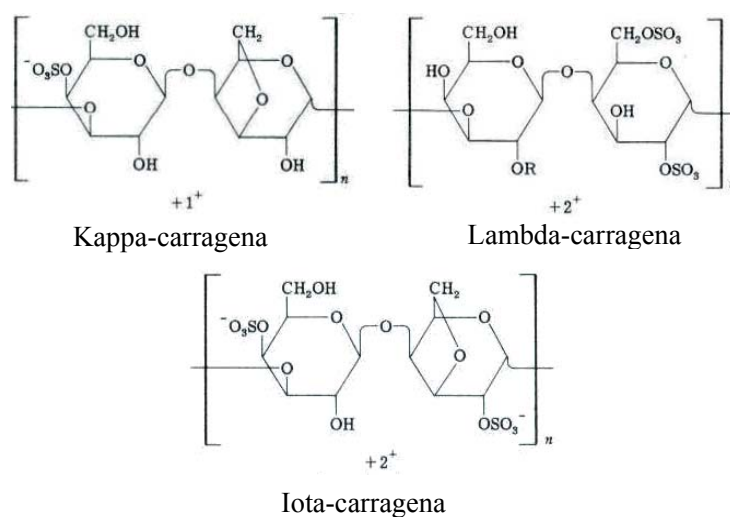


Figura 7 Estrutura química dos tipos de carragena
 Fonte: Santos, Bruniera e Garcia (2008)

As cadeias moleculares destes polissacarídeos apresentam duas características fundamentais: são constituídas a partir de um monômero (galactose) e contêm uma forte proporção de radicais OSO_3^- (24% a 26%), aos quais se deve a carga negativa apresentada pelo composto.

Além do alto teor de polissacarídeos, as gomas carragenas possuem, em média, 18% de umidade, 0,5% a 0,7% de proteína e entre 0,3% a 0,5% de gordura e, no máximo, 15% de cinzas (CARRAGENAS..., 2012).

As carragenas atuam como emulsificante, gelificante e estabilizante, e, de acordo com Shand, Sofos e Schmidt (1994), mantêm também partículas em suspensão, controlam a fluidez e conferem sensação bucal de gordura.

2.2.5 Goma locusta

A goma locusta, também conhecida como jataí, *locust bean gum*, ou LBG, ou caroba, é um polissacarídeo neutro composto de manose e galactose em relação 4:1 (Figura 8). É isolada de sementes de uma leguminosa da subfamília *Caesalpinaceae* (*Ceratonia siliqua*) que cresce no Mediterrâneo.

A LBG atua como espessante, estabilizante de emulsões e inibidor de sinérese e também apresenta estabilidade na faixa de pH de 3,5 a 11,0 (DZIEZAK, 1989; FOOD AND ADMINISTRATION - FDA, 1992), além de possuir poder emulsificante, de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Essa goma pode ser utilizada para a elaboração de molhos, sopas, cremes, sorvetes, produtos cárneos, enlatados e queijos (GRANDES..., 2012).

Em média, a composição química da LBG com alta pureza é de 10% a 13% de umidade, 5% de proteína, 1% de resíduo mineral fixo, 1% de fibras e o restante é galactomanano (80%-85%) (MAIER et al., 1993).

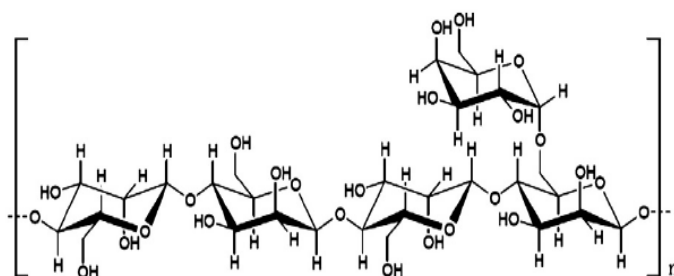


Figura 8 Estrutura química da goma locusta
Fonte: Kawamura (2008)

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento consistiu na caracterização da mucilagem liofilizada do taro, de emulsificantes comerciais (CSL - estearoil-2-lactil-lactato de cálcio, SSL - estearoil-2-lactil-lactato de sódio, DATEM - diacetil tartarato de mono e diglicerídeos, lecitina e monoglicerídeos) e gomas comerciais (arábica, carragena, guar, locusta e xantana), para posterior justificativa do poder emulsificante da mucilagem do taro.

3.1 Locais de condução do experimento

As análises de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, pH, acidez titulável, açúcares totais e amido foram realizadas no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos e as análises de cinzas e fibra bruta no Laboratório de Produtos Vegetais, ambos no Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

As análises de espectroscopia na região do infravermelho e de minerais foram conduzidas no Departamento de Química da UFLA, sendo a primeira no Laboratório Central de Análise e Prospecção Química e a segunda, no Laboratório de Análise Foliar.

A determinação de monossacarídeos foi realizada no Laboratório da “CBO Análises”, em Campinas, SP.

A determinação de aminoácidos foi conduzida no Laboratório de Análises Avançadas e Biotecnologia da UFLA.

3.2 Obtenção da mucilagem

O taro (*Colocasia esculenta*) foi adquirido no comércio local da cidade de Lavras. Cerca de 10 kg do rizoma foram lavados em água corrente, descascados e, novamente, lavados em água corrente. Porções de 300 g de rizoma foram trituradas em liquidificador semi-industrial, por cinco minutos e, no final, todas as porções foram reunidas e homogeneizadas.

A mucilagem foi extraída manualmente do taro triturado por filtração em malha de poliéster (40 cm x 40 cm) (Figura 9), de acordo com metodologia citada por Fonseca (2006). O filtrado (mucilagem) foi, então, liofilizado.



Figura 9 Extração da mucilagem do rizoma de taro por filtração em malha de poliéster

3.2.1 Obtenção da mucilagem liofilizada

A mucilagem filtrada foi transferida para potes de 200 mL, tampados com uma camada de filme de PVC esticável transparente próprio para embalar alimentos e congelada em freezer (-18 ± 1 °C).

A mucilagem do rizoma de taro congelada foi liofilizada por, aproximadamente, 72 horas no aparelho LIOTOP, modelo L108.

Após liofilização, o material em forma de flocos foi macerado e homogeneizado para posteriores análises.

3.2.1.1 Rendimento da mucilagem de taro liofilizado

Dez quilogramas de rizoma de taro foram pesados, descascados e triturados. A mucilagem foi extraída e submetida ao processo de liofilização. Em seguida, o material foi novamente pesado, a fim de verificar o rendimento da mucilagem liofilizada.

3.3 Delineamento experimental

Para a caracterização da mucilagem de taro, dos emulsificantes e das gomas comerciais, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com três repetições.

3.4 Análises na mucilagem liofilizada do taro e nas gomas comerciais

3.4.1 Umidade

Para a análise de umidade, inicialmente, foi realizada a pré-secagem das amostras em estufa, à temperatura de 65 °C e posterior secagem em estufa, à temperatura de 105 °C, de acordo com a metodologia nº 925.09 da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2000), até a obtenção do peso constante. O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de umidade na amostra.

3.4.2 Extrato etéreo

O método utilizado para a extração do extrato etéreo foi de extração contínua em aparelho tipo *Soxhlet*, utilizando-se o éter etílico como solvente, de acordo com a metodologia nº 925.38 da AOAC (2000). Essa análise foi feita para a mucilagem de taro, gomas e também para os emulsificantes comerciais. O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de extrato etéreo na base seca, para gomas e mucilagem e na base úmida, para os emulsificantes comerciais.

3.4.3 Proteína bruta

Para análise de proteína bruta, foi utilizado o método de microkjeldahl nº 920.87, da AOAC (2000). O teor de amônia encontrado na amostra foi convertido em proteína total, multiplicando-se o valor obtido pelo fator de conversão 6,25, expresso em g 100 g⁻¹ de proteína bruta na base seca.

3.4.4 Cinzas

A análise de cinzas (resíduo mineral fixo) foi realizada pelo método gravimétrico da AOAC (2000) nº 923.03, com calcinação a 550 °C, com permanência da amostra dentro da mufla, por um período suficiente para a queima de toda matéria orgânica. O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de cinzas na base seca.

3.4.5 Fibra bruta

A análise de fibra bruta foi realizada pelo método gravimétrico de Kamer e Ginkel (1952). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de fibra bruta na base seca.

3.4.6 Fração glicídica (FG)

O método utilizado para a determinação da FG foi por diferença, como determina a AOAC (2000), segundo a Equação 1.

$$FG = 100 - (\text{extrato etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra bruta} + \text{cinza}) \quad \text{Equação 1}$$

O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de fração glicídica na base seca.

3.4.7 Valor calórico

Foram utilizados fatores de conversão de Atwater, conforme metodologia de Osborne e Voogt (1978), em que 4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos e 9 kcal g⁻¹ para lipídios. O resultado foi expresso em kcal 100 g⁻¹, com base na Equação 2.

$$VC = (\% \text{ proteína} \times 4) + (\% \text{ extrato etéreo} \times 9) + (\% \text{ carboidratos} \times 4) \quad \text{Equação 2}$$

3.4.8 pH

Foi preparada uma suspensão da mucilagem de taro liofilizado e das gomas em 100 mL de água destilada, com agitação por 10 minutos e

determinado o pH em potenciômetro digital, de acordo com Plata-Oviedo (1998).

3.4.9 Acidez titulável (AT)

Foi preparada uma suspensão da mucilagem liofilizada de taro e das cinco gomas comerciais em 100 mL de água destilada, com agitação por 10 minutos, conforme descrito por Plata-Oviedo (1998). A mistura foi agitada, enquanto se adicionou uma solução de NaOH até atingir pH próximo a 8,00. O resultado foi expresso em miliequivalente de hidróxido de sódio (NaOH) por cem gramas da matéria integral, utilizando-se a Equação 3.

$$AT = \{N(\text{volume NaOH} \times 1.000) \times \text{fator de correção} \times 100\} / g \quad \text{Equação 3}$$

Sendo N a normalidade do NaOH utilizado.

3.4.10 Minerais

Os minerais cálcio, magnésio, manganês, cobre, zinco e ferro foram determinados por espectrometria de absorção atômica; fósforo e enxofre, por espectrofotometria e potássio, por fotometria de chama, de acordo com as técnicas descritas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ da matéria seca, para os macrominerais e em mg kg⁻¹, para os microminerais.

3.4.11 Açúcares totais, redutores e não redutores

A determinação de açúcares foi realizada segundo o método de Somogy, adaptado por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de matéria seca.

3.4.12 Amido

O amido foi extraído por hidrólise ácida, segundo técnica da AOAC (1990) e identificado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944), apenas para a mucilagem liofilizada de taro. O resultado foi expresso em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ da matéria seca.

3.4.13 Espectroscopia na região do infravermelho (FTIR)

Os materiais, em forma de pó, foram analisados por espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), em um aparelho Digilab Excalibur, série FTS 3000 (Estados Unidos) com detector DTGS, com faixa espectral de 4.000 a 400 cm^{-1} e resolução de 4 cm^{-1} . As amostras foram analisadas por transmissão em pastilhas de KBr (brometo de potássio) de 7 mm de diâmetro.

3.4.14 Determinação de monossacarídeos

A análise de monossacarídeos foi realizada na mucilagem do taro e nas cinco gomas comerciais (arábica, carragena, locusta, guar e xantana). Foram utilizados oito padrões: fucose, arabinose, ramnose, galactose, glicose, manose, xilose e frutose. Pesaram-se três amostras de 500 mg em balança analítica

previamente homogeneizada que foram transferidas para o frasco de hidrólise. Adicionaram-se ao frasco 0,8 mL de solução de ácido sulfúrico 72%. Os frascos foram tampados e agitados no vortex, por 10 segundos e deixados em repouso por 1 hora. Adicionaram-se 5,00 mL de água ultrapura e submeteu-se o frasco ao vácuo e ao ultrassom, por 5 minutos. O frasco foi aquecido até 90 °C, por 4 horas, em bloco digestor. O material foi, então, resfriado e transferido com água ultrapura para béquer de 100 mL, com auxílio da pisseta. O pH foi ajustado entre 7 e 11,5, com fita de pH e completou-se o balão com água ultrapura.

Condições cromatográficas

Para a determinação quantitativa dos monossacarídeos foi utilizado o HPLC, composto por bomba Modelo ICS-3000SP (Marca Dionex); injetor automático Modelo AS (Marca Dionex) operando com detector eletroquímico amperométrico Modelo ICS-3000 ED (IntAmp) (Marca Dionex). A coluna utilizada foi uma CarboPac TM PA 1, 4 x 250 mm, à temperatura de 22 °C. Para a quantificação dos monossacarídeos, a fase móvel utilizada foi água ultrapura, com fluxo de 0,7 mL min⁻¹ e volume de injeção de 25 µL. Utilizaram-se solução de NaOH 200 mmol L⁻¹ e fluxo de 0,3 mL min⁻¹ para pós-coluna. Nessas condições, os tempos de retenção dos monossacarídeos fucose, arabinose, raminose, galactose, glicose, manose, frutose e xilose ficaram em torno de 5,70; 14,15; 15,95; 17,38; 21,17; 12,00; 24,70 e 7,50 minutos, respectivamente.

A quantificação dos monossacarídeos foi realizada por comparação da área dos picos das amostras com a curva padrão de calibração.

3.4.15 Determinação de aminoácidos

Foram pesados, aproximadamente, 200 mg de amostra em tubo de ensaio de 20 mL. Acrescentaram-se 10 mL de ácido clorídrico (HCl) 6 N e deixou-se em estufa, a 110 °C, por um período de 24 horas. Após ser retirado da estufa, foi resfriado e filtrado para balão de fundo redondo de 50 mL, lavando-se o filtrado com água ultrapura. Foi evaporado até quase secura. A amostra foi transferida para balão volumétrico de 10 mL e completou-se o volume utilizando-se tampão citrato pH 2,2. Foi tomado 1,00 mL da solução anterior e colocado em balão de 10 mL, completando-se o volume com tampão citrato pH 2,2. O pH foi verificado e ajustado para 2,2 a 2,5 (com HCl ou NaOH). Tomou-se 1,00 mL da amostra em seringa descartável, filtrou-se em unidade filtrante e colocou-se no amostrador automático, para posterior injeção no analisador de aminoácidos (cromatógrafo HPLC)

Fases móveis

Fase móvel A

Um balão de 2 litros foi preenchido com um terço de água ultrapura. Foram dissolvidos 39,2 g de citrato de sódio di-hidratado e, em seguida, adicionados 140 mL de etanol 99,5% p.a. e 33,3 mL de ácido perclórico 60%. O pH foi ajustado para 3,22 e assim foi completado o volume para 2 litros.

Fase móvel B

Um balão de 2 litros foi preenchido com um terço de água ultrapura. Foram dissolvidos 117,6 g de citrato de sódio di-hidratado e, em seguida, dissolvidos 24,8 g de ácido bórico p.a. (0,2 mol L⁻¹). Uma quantidade de 60 mL

de NaOH 4,0 mol L⁻¹ foi adicionada. O pH ajustado para 10 e o volume completado com água ultrapura.

Fase móvel C

Foram adicionados 8 g de NaOH para 1.000 mL de água ultrapura.

Condições cromatográficas

Para a determinação quantitativa dos aminoácidos foi utilizado o HPLC, da marca Shimadzu, modelo Prominence, operando com detector de fluorescência. A coluna utilizada foi uma Shim-Pack Amino-Na (Marca Shimadzu). Para a quantificação dos aminoácidos, as fases móveis utilizadas foram A, B e C, descritas anteriormente, com volume de injeção de 10 µL e comprimento de onda de 350 nm para excitação e 450 nm para emissão. Nessas condições, o tempo médio de retenção dos aminoácidos encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios do tempo de retenção dos aminoácidos analisados

Aminoácido	Tempo de retenção (minutos)
Lisina	5,73
Asparagina	6,01
Triptofano	7,12
Treonina	7,48
Serina	7,63
Glutamina	8,20
Prolina	9,52
Glicina	12,17
Alanina	13,07
Cisteína	17,10
Valina	19,61
Isoleucina	21,93
Leucina	22,82
Tirosina	24,62
Fenilalanina	25,98

Histidina	27,62
Arginina	29,53

Para a separação dos aminoácidos, utilizaram-se as fases móveis A, B e C em gradiente.

Para a reação de derivatização pós-coluna, foram utilizados hipoclorito de sódio, ortofitaldialdeído (OPA) e 2-mercaptoethanol, sendo os dois últimos para a formação de um composto fluorescente estável.

A quantificação dos aminoácidos foi realizada por comparação da área dos picos das amostras com a curva padrão de calibração.

3.5 Análise estatística

Para a comparação do teor de extrato etéreo entre a mucilagem do taro e os emulsificantes comerciais, utilizou-se um teste de médias (Scott-Knott), a 5% de significância, utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 1999).

Foi utilizada a análise de componentes principais (PCA), com autoescalamento, para comparação da caracterização da mucilagem liofilizada do taro com as cinco gomas comerciais, utilizando-se o software Chemoface, versão 1.4 (NUNES, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento da mucilagem de taro liofilizada

O rendimento da mucilagem liofilizada de taro em relação ao seu rizoma foi de 9,63 g 100 g⁻¹, ou seja, 9,63%.

Em trabalho anterior de Tavares et al. (2011), o rendimento da mucilagem liofilizada foi de 6,84 g 100 g⁻¹, valor esse inferior ao do presente trabalho. Essa diferença pode ser devido ao estágio fisiológico do rizoma que, provavelmente, altera a sua composição química e o rendimento da mucilagem. O valor encontrado mostrou-se coerente, uma vez que esse rizoma tem uma umidade de 73,21 g 100 g⁻¹, em média.

4.2 Teor de extrato etéreo em diversos emulsificantes sintéticos comerciais

Na Tabela 4 encontra-se o teor médio de extrato etéreo presente na mucilagem do taro e nos principais emulsificantes comerciais utilizados na panificação.

Tabela 4 Percentagem de extrato etéreo de emulsificantes comerciais e da mucilagem de taro

Emulsificantes comerciais	% de extrato etéreo*
CSL	48,02 b
SSL	73,33 c
Monoglicerídeos	96,16 f
Lecitina	90,54 e
DATUM	89,01 d
MT	0,44 a
CV (%)	0,90

Médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o teste Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. *Valores em matéria integral. MT = mucilagem de taro; CSL = estearoil-2-lactil-lactato de cálcio; SSL = estearoil-2-lactil-lactato de sódio; DATUM = eiacetil tartarato de mono e diglicerídeos; CV = coeficiente de variação

De acordo com Tavares (2009), os pães de forma adicionados de mucilagem de taro apresentam resultados para características sensoriais tão bons quanto os pães de forma adicionados de emulsificantes comerciais (CSL, SSL, DATEM, monoglicerídeos e lecitina). Já em relação à qualidade tecnológica, a maioria dos pães acrescidos de mucilagem e os pães acrescidos de emulsificantes comerciais obtiveram atributos de qualidade com conceitos satisfatórios, o que viabiliza a utilização da mucilagem de taro como emulsificante natural.

Foi detectado, no presente trabalho, alto valor de extrato etéreo nos emulsificantes comerciais, caracterizando este componente químico como responsável pelo poder emulsificante, porém, como a mucilagem de taro apresentou baixo teor para este grupo, certamente não deve ser o principal responsável pela atividade emulsificante, justificando, assim, estudo mais aprofundado da sua composição química.

O componente químico que fornece o poder emulsificante à mucilagem de taro pode estar relacionado com o alto valor de carboidratos, contribuindo com a parte hidrofílica e a presença de uma pequena fração de proteínas, que fornece a parte hidrofóbica devido aos aminoácidos com radical apolar, semelhante às gomas comerciais que, de acordo com Simão (1985), são utilizadas como emulsificantes, estabilizantes (estabilizantes de emulsão) e agentes de suspensão, desde os tempos antigos.

4.3 Caracterização da mucilagem liofilizada de taro e de gomas comerciais

4.3.1 Composição centesimal e valor calórico

Na Tabela 5 encontram-se os valores da composição centesimal e valor calórico da mucilagem liofilizada de taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana.

Tabela 5 Valores médios de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, cinzas, fração glicídica em g 100 g⁻¹ e valor calórico (kcal 100 g⁻¹) da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana

Mucilagem e gomas	U	EE*	PB*	FB*	C*	FG*	VC
			g 100g ⁻¹				kcal 100g ⁻¹
MT	8,47	0,48	3,18	0,35	4,05	91,94	352,19
GA	16,06	0,52	1,45	28,03	20,26	49,74	175,80
GC	6,52	0,20	4,79	0,61	25,45	68,95	276,86
LBG	7,99	0,99	6,15	2,43	1,05	89,38	361,02
GG	7,71	0,41	4,39	0,60	0,79	93,81	364,71
GX	7,70	0,20	6,34	0,49	10,55	82,42	329,07

MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana; U = umidade; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FB = fibra bruta; C = cinzas; FG = fração glicídica; VC = valor calórico; * base seca

Todos os produtos analisados são ricos em fração glicídica e têm uma fração entre 1,45 a 6,34 g 100 g⁻¹ de proteína.

Tanto a MT quanto as cinco gomas estudadas têm baixa percentagem de extrato etéreo, sendo, em todos os casos, menor que 1,00.

Para o teor de umidade, a GA se diferenciou das demais, numericamente. A MT, mesmo liofilizada, obteve uma percentagem de umidade, sendo adquirida, possivelmente, enquanto ficou armazenada até a execução da análise

e/ou provavelmente devido à incompleta liofilização. Isto é, o processo ocorreu em tempo inferior, para as amostras alcançarem seu peso constante.

Em relação à fibra bruta, a GA foi o único produto com elevado teor. Já para cinzas, GA, GC e GX se destacaram.

O menor valor calórico encontrado foi de 175,80 kcal 100 g⁻¹, para GA, isso devido ao alto teor de cinzas e fibra bruta que ela contém e que não é contabilizado no cálculo do valor calórico; o maior valor foi para GG, devido ao alto valor de fração glicídica.

Na Tabela 6 estão presentes os valores encontrados na literatura para a composição química da MT e das cinco gomas comerciais.

Tabela 6 Composição química frequentemente encontrada na literatura para a mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana em g 100g⁻¹

Mucilagem e gomas	U	EE	PB	C	FG
	g 100g ⁻¹				
MT ^a	8,68	0,70	9,66	5,33	65,18
GA ^b	12,80	-	2,12	1,20	-
GC ^c	18,00*	0,3-0,5	0,5-0,7	15,00*	-
LBG ^d	9,8-14,5	0,8-1,0**	5,7-6,0	0,8-1,0	91,9-92,8
GG ^b	8,60	-	8,19	11,90	-
GX ^b	10,20	-	5,38	0,86	-

*máximo; ** Lipídeos (neutros e polares); (^aTAVARES, 2011); (^bCUI; MAZZA, 1996); (^cCARRAGENAS..., 2012); (^dDAKIA et al., 2008). MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana; U = umidade; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; C = cinzas; FG = fração glicídica

Em geral, na literatura, encontra-se pequena concentração ou, mesmo, ausência de teor de extrato etéreo para gomas. A presença de extrato etéreo no presente trabalho pode ser devido a pigmentos, ceras e resinas que também são

contabilizados no extrato etéreo, além das amostras serem comerciais, podendo conter algumas impurezas.

Comparando-se os dados da composição química da MT do presente trabalho com os dados de Tavares (2011), as maiores discrepâncias estão no teor de glicídeos e de proteína. Essa diferença pode ser explicada devido ao estágio de maturação, que é um dos fatores que influenciam decisivamente as características dos produtos hortícolas. No inhame/taro, o teor máximo de matéria seca é alcançado próximo da maturação fisiológica, enquanto o teor máximo de proteínas ocorre bem antes do período de maturação. O maior acúmulo de amido ocorre aos seis meses após o plantio, havendo uma redução no oitavo mês (BRILLOUET; TRECHE; SEALY, 1981; KETIKU; OYENUGA, 1973). Além disso, na maturação, pode ocorrer a conversão de ácidos orgânicos em açúcares. Dessa forma, pode-se dizer que a composição centesimal varia conforme o estágio fisiológico dos tubérculos.

Para Njintang et al. (2011), a composição de carboidratos da MT varia entre 46% a 69% e a de proteínas, de 30% a 50%, no estudo com seis variedades diferentes de taro. A discrepância com o presente trabalho pode ser devido à forma de extração e a não remoção do amido, além da diferença que pode ocorrer devido ao estágio fisiológico, ao local de plantação dos rizomas e às variedades.

Em relação à GA, GG, GX e GC, a diferença dos valores da literatura com o presente trabalho pode ser explicada devido a contaminações na sua produção e/ou diferentes origens das gomas, portanto, podendo haver a presença de outros compostos que, geralmente, não se encontram nesses tipos de gomas. Para Anderson et al. (1968 apud GREIN, 2012), a composição da GA pode se alterar de acordo com a idade da árvore e a estação do ano, entre outros fatores.

Em relação à LBG, Dakia et al. (2008) estudaram a composição química de duas amostras diferentes de LBG comercial, e pode-se concluir que não há

grandes variações entre os valores encontrados nesse estudo e os do presente trabalho.

De acordo com a composição centesimal encontrada, pode-se dizer que o poder emulsificante das gomas e da MT pode acontecer por meio da presença de carboidratos (parte hidrofílica), juntamente com a pequena fração proteica, isto devido à sua conformação e à presença de aminoácidos com radical hidrofóbico, que será explicado com mais detalhes nos próximos tópicos. A fração lipídica pode ajudar na emulsificação, porém, seu teor é muito baixo e, muitas vezes, não é encontrada na composição das gomas.

4.3.2 pH e acidez titulável

Na Tabela 7 encontram-se os valores de pH e de acidez titulável das amostras estudadas.

Tabela 7 pH e acidez titulável da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana

Amostras	pH	Acidez titulável mEq NaOH 100g ⁻¹
MT	6,32	4,74
GA	6,96	0,96
GC	11,03	-
LBG	6,40	2,88
GG	6,94	2,56
GX	6,21	5,45

MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana

Conhecer o pH é de fundamental importância para os alimentos/aditivos, pois pode ser utilizado como medida de controle de qualidade. Produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração, pois bactérias preferem pH mais alto para se proliferarem.

A determinação da acidez em alimentos/aditivos é importante, haja vista que, por meio dela, podem-se obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes nos produtos, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Com exceção da GC, todas as outras amostras têm pH levemente ácido, próximo da neutralidade.

A GX possui maior acidez titulável, podendo-se, então, dizer que possui maior quantidade de ácidos orgânicos, seguida da MT.

O pH da MT foi semelhante ao do trabalho de Tavares et al. (2011), 6,30; já para a acidez titulável, foi bem inferior ao valor de 7,48 mEq NaOH 100g⁻¹. Tal fato se deve, provavelmente, à diferença de ácidos orgânicos presentes nas amostras e também à possível diferença no estágio fisiológico do rizoma. De acordo com Cereda e Lima (1985 apud BEZERRA et al., 2002), o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação do vegetal, em decorrência do processo respiratório ou da conversão dos mesmos em açúcares. Já na mandioca, por exemplo, uma raiz tuberosa, o início do processo fermentativo é acompanhado por uma rápida queda na concentração do oxigênio dissolvido, ocasionada por bactérias amilolíticas aeróbicas, capazes de consumir oxigênio e produzir ácidos orgânicos, como o láctico, o butírico e o acético, entre outros.

4.3.3 Macro e microminerais

Na Tabela 8 encontram-se os teores de macro e microminerais da MT e das cinco gomas estudadas.

Tabela 8 Valores médios, em matéria integral, dos macro e microminerais da mucilagem do taro e das gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana

Macro-minerais	MT	GA	GC	LBG	GG	GX
g 100g ⁻¹						
P	0,10	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06
K	1,83	0,29	3,87	0,48	0,38	0,20
Ca	0,00	0,00	0,15	0,03	0,00	0,00
Mg	0,11	0,00	0,13	0,05	0,04	0,07
S	0,08	0,13	1,94	0,09	0,09	0,67
Micro-minerais	MT	GA	GC	LBG	GG	GX
mg kg ⁻¹						
Cu	7,00	1,60	202,1	92,00	14,50	3,20
Mn	31,60	0,00	6,90	3,00	0,50	1,10
Zn	55,70	4,50	27,00	18,80	12,40	25,90
Fe	42,60	41,50	243,20	18,50	33,00	25,80

MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana

Os minerais que se destacaram na MT foram K, para macrominerais e Zn, Fe e Mn, para microminerais. Comparando-se os valores dessa análise com os do trabalho de Tavares et al. (2011), constata-se que as maiores diferenças estão no teor de Ca (0,13 g 100 g⁻¹), Cu (16,45 mg kg⁻¹) e Zn (14,45 mg kg⁻¹) que, de acordo com Anderson e Wang (1991), a composição e a concentração de minerais em produtos vegetais são afetadas, substancialmente, pelo solo no qual as plantas são cultivadas, explicando a discrepância entre os trabalhos. Além disso, a possível utilização de variedades diferentes de taro pode também acarretar em valores distintos entre seus minerais.

Para a GA, os valores que destacaram foram Zn, para microminerais e K, para macrominerais. De acordo com Cui e Mazza (1996), os minerais com maior quantidade para essa goma são Ca (7.222 mg kg⁻¹), Mn (9,5 mg kg⁻¹) e Mg (2.400 mg kg⁻¹), que não foram encontrados no presente trabalho. Tal diferença pode ser devido à origem das amostras, que podem ter sido extraídas de diferentes

espécies, além da idade, do tempo de exsudação, do tempo de armazenamento, da estação do ano e das condições climáticas em que estas se encontravam, conforme Anderson et al. (1968 apud GREIN, 2012) e também devido à possível diferença entre solos onde as árvores foram cultivadas (ANDERSON; WANG, 1991).

Para a GG, GX e LBG, os maiores valores para os microminerais são Cu, Zn e Fe; já K e S se destacam entre os macrominerais. No trabalho de Cui e Mazza (1996), os minerais Ca, Zn e Mg se destacam para GG e GX. No presente trabalho, não foi encontrado Ca para essas duas gomas.

Os macrominerais K e S e os microminerais Cu e Fe obtiveram maior teor para GC, porém, não há, na literatura, valores para comparação.

A MT se destaca em relação às demais gomas nos teores de P, Mn e Zn.

Os minerais são elementos inorgânicos combinados com algum outro grupo de elementos químicos, como, por exemplo, óxido e carbonato, que podem trazer vários benefícios ao organismo humano, quando consumidos. Os alimentos naturais são as principais fontes de minerais para o organismo, seja ele de fonte animal ou vegetal. Caso a MT seja utilizada em grandes quantidades e não apenas como aditivo no processamento de algum alimento, como o pão, seria uma fonte de minerais importantes para o organismo, como ferro (Fe) e potássio (K).

De acordo com Mercê et al. (2001), as galactomananas (GG e LBG, por exemplo) e arabinogalactanas (GA) têm a capacidade de formar quelatos com íons metálicos, sendo de grande interesse para as indústrias de alimentos, as quais visam o enriquecimento dos alimentos com íons essenciais à dieta alimentar. Vários monossacarídeos, incluindo galactose e manose, formam complexos com íons de ferro (III).

4.3.4 Análise de carboidratos

Conhecer com detalhes os carboidratos de amostras como mucilagens e gomas é de extrema importância, sendo esse componente majoritário nas suas composições.

Na Tabela 9 encontram-se os valores de açúcares totais (AT), redutores (AR), não redutores (ANR) e os principais monossacarídeos presentes na MT e nas gomas comerciais e seus respectivos valores, além do teor de amido da MT.

Tabela 9 Teores de açúcares, amido e monossacarídeos na mucilagem de taro e nas gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana

Açúcares/amido	MT	GA	GC	LBG	GG	GX
	g 100g ⁻¹					
AT	3,54	0,08	0,04	3,91	2,83	0,21
AR	1,65	0,08	0,04	0,91	0,05	0,09
ANR	1,89	0,00	0,00	3,00	2,78	0,12
Amido	47,10	-	-	-	-	-
Monossacarídeos	g 100g ⁻¹					
Frutose	1,63	1,56	0,13	0,07	0,19	0,19
Fucose	0,26	0,05	1,03	*	0,03	0,04
Arabinose	0,18	**	**	0,97	1,29	0,23
Galactose	0,90	0,05	29,04	12,10	24,25	0,25
Glicose	76,46	8,47	5,16	1,91	2,24	27,77
Xilose	0,02	**	0,10	0,26	0,19	0,12
Ramnose	0,04	**	**	0,06	0,07	0,11
Manose	0,31	0,21	0,07	84,13	70,69	30,83

AT = açúcares totais; AR = açúcares redutores; ANR = açúcares não redutores; MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana; *Abaixo do limite de quantificação analítica de 100,00 mg kg⁻¹. **Abaixo do limite de detecção analítica de 50,00 mg kg⁻¹

No método de Somogy adaptado por Nelson (1944), os glicídeos redutores (monossacarídeos livres) aquecidos em meio alcalino transformam-se em enodíóis, que reduzem o íon cúprico presente a cuproso. O óxido cuproso

assim formado reduz a reação arsênio-molibídico a óxido de molibdênio de coloração azul, cuja intensidade de cor é proporcional à quantidade de açúcares redutores existentes na amostra (NELSON, 1944). Já os dissacarídeos que não possuem carbono carbonila (carbono anomérico) livre, estando ele envolvido na ligação glicosídica (como a sacarose), não oxidam na presença de oxidantes em soluções alcalinas e são, portanto, chamados de açúcares não redutores.

Pode-se observar que apenas MT, LBG e GG possuem uma percentagem significativa de açúcares totais. Já na GA e na GC, não há presença de dissacarídeos, sendo a percentagem de monossacarídeos livre muito baixa.

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores na MT, estão próximos aos do trabalho de Tavares et al. (2011), sendo, respectivamente, de 3,65 g 100 g⁻¹; 1,40 g 100 g⁻¹ e 2,13 g 100 g⁻¹.

Os baixos valores encontrados na quantificação de açúcares redutores e não redutores nas amostras sinalizam que os carboidratos presentes em solução estão, principalmente, na forma de polissacarídeos.

O conhecimento sobre os açúcares presentes é importante, pois, na literatura, encontra-se relato de que a mucilagem é formada por grande quantidade deles. Neste trabalho, a quantidade de açúcares não foi de grande expressão, mostrando que a MT é formada por carboidratos mais complexos.

Na descrição comercial das cinco gomas utilizadas neste trabalho, não consta a presença de amido. Já na MT pode haver uma grande presença deste, uma vez que o rizoma de taro é rico em amido. Devido a esse fato, é importante saber o seu teor para justificativas sobre o poder emulsificante da MT, sendo que apenas a sua presença não contribui para essa atividade.

Foram encontrados 47,10% de amido na mucilagem, valor inferior ao relatado por Tavares et al. (2011), de 59,45 g 100 g⁻¹. Tal diferença pode ser justificada pelo estágio fisiológico do rizoma, sendo que o maior acúmulo de amido em tubérculos como inhame ocorre aos seis meses após o plantio, havendo uma

redução no oitavo mês (BRILLOUET; TRECHE; SEALY, 1981; KETIKU; OYENUGA, 1973).

Conforme discutido anteriormente, os carboidratos presentes nas seis amostras estão, em maior parte, na forma de carboidratos mais complexos. Portanto, para poder julgar melhor cada amostra, é importante conhecer seus monossacarídeos, a menor unidade de um carboidrato.

No presente trabalho, a ordem decrescente de monossacarídeos na MT foi glicose, frutose, galactose, manose, fucose, arabinose, raminose e xilose. Em relação à glicose, a percentagem foi alta devido à não retirada de amido durante a extração da mucilagem. Conforme visto anteriormente, a MT possui $47,10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de amido. Para Njintang et al. (2011), os principais monossacarídeos presentes em mucilagens de seis variedades diferentes de taro são galactose, manose e arabinose. Uma possível purificação da mucilagem do presente trabalho, isto é, a retirada de amido, provavelmente, causaria um destaque maior para frutose, galactose, arabinose e manose, podendo, neste caso, ter uma concentração maior de proteína-arabinogalactana (AGP), a qual poderia ser a responsável pelo poder emulsificante, uma vez que, segundo o trabalho de Jiang e Ramsden (1999), a MT tem entre 93,2% a 98,2% de AGP. Portanto, análises futuras são importantes para comprovação.

No trabalho de Jiang e Ramsden (1999), os principais monossacarídeos presentes em mucilagens de doze variedades diferentes de taro em ordem decrescente foram galactose, manose, arabinose e glicose, resultado coerente com o do trabalho de Njintang et al. (2011). A diferença entre os trabalhos citados anteriormente com o presente trabalho pode ser devido à não purificação da mucilagem que não ocorreu na presente pesquisa. Além disso, a composição monossacarídica pode alterar entre variedades e estágios de maturação diferentes. A composição dos carboidratos em tuberosas, tubérculos e rizomas é, geralmente, modificada por degradações e interconversões dos carboidratos em

consequência da temperatura, composição atmosférica e infecções pós-colheita. Segundo Hansen e Weichmann (1987 apud ZONTA, 2010), as alterações podem ser quantitativas ou qualitativas e as conversões, como a de amido ou sacarose a glicose e frutose, dentre outros, são reguladas enzimaticamente e influenciadas pelas condições e pelo tempo de armazenamento do rizoma.

Na amostra de GA, encontrou-se presença de frutose, fucose, galactose, manose e glicose. Segundo Jurasek, Kosik e Philips (1993), essa goma é composta por galactose, arabinose e ramnose, não encontrando presença de xilose e manose. A diferença entre os trabalhos pode ser devido à utilização, no presente trabalho, de uma goma comercial não totalmente pura, que pode ser constituída por misturas de GA de diferentes regiões e ter sido exposta à contaminação durante o processamento, tendo, portanto, a presença de outros compostos.

Para a GC, o monossacarídeo que se destacou com maior percentagem foi a galactose. Porém, de acordo com Ruitier e Rudolph (1997), outros resíduos de monossacarídeos, como, por exemplo, glicose e xilose, podem estar presentes em amostras de GC, e o conhecimento deles é importante, pois influencia as propriedades funcionais do produto que, por sua vez, influenciam o seu valor comercial. No presente trabalho encontraram-se esses dois monossacarídeos, além de frutose, fucose e manose.

Para a LBG, os resíduos manose e galactose se destacaram, apesar da ocorrência de outros monossacarídeos. Tal fato é coerente com as observações de Dakia et al. (2008). A proporção de manose e galactose encontrada na literatura para essa goma pode variar devido à diferença entre as espécies de leguminosa, de onde provém essa goma e, além disso, a proporção pode ser afetada pelo clima e pelas condições de cultivo da leguminosa.

Os monossacarídeos com maior teor encontrados para a GG foram manose (70,69%) e galactose (24,25%), porém, não se encontravam na

proporção 2:1, respectivamente, conforme Goldstein, Alter e Seaman (1973). No atual trabalho, encontram-se vestígios de outros monossacarídeos, como glicose e arabinose.

O presente trabalho está coerente com a literatura, em relação à presença de glicose e manose para a GX, porém, outros monossacarídeos foram encontrados, sendo eles em baixas percentagens. Para Druzian e Pagliarini (2007), essa goma tem alto peso molecular, sendo, normalmente, composta por um carboidrato constituído de glicose, manose e ácido glucurônico, na relação de 2:2:1.

A presença de outros monossacarídeos, que não são característicos de GA, GC, LBG, GG e GX, pode ser devido a contaminações durante o processamento da goma, o que mostra que as gomas comerciais não estão na forma totalmente pura. De acordo com Silva e Gonçalves (1990), um dos problemas com as gomas existentes no mercado para aplicação em sistemas alimentares é o fato de existir grande variabilidade na qualidade das gomas de várias marcas, o que pode influenciar suas propriedades funcionais. Sendo assim, pode também influenciar a sua composição química.

4.3.5 Determinação de aminoácidos

Conhecer os aminoácidos predominantes nas amostras estudadas é importante, pois podem ser eles os responsáveis pelo poder emulsificante, fornecendo, portanto, a parte hidrofóbica, já que a parte hidrofílica é representada pelos carboidratos presentes.

Na Tabela 10 encontram-se os valores para os principais aminoácidos encontrados na MT e nas cinco gomas estudadas, sendo alanina, isoleucina, leucina, fenilalanina, prolina, triptofano e valina com radical (R) hidrofóbico.

Tabela 10 Teor de aminoácidos em percentagem na mucilagem de taro e nas gomas arábica, carragena, locusta, guar e xantana

Aminoácidos	MT	GA	GC	LBG	GG	GX
	%*					
Lisina	23,27	4,02	6,22	13,06	13,00	14,66
Triptofano	20,93	13,63	9,81	19,16	19,18	25,69
Treonina	6,72	5,37	6,37	4,77	5,58	5,18
Serina	5,85	6,83	15,00	10,33	6,54	4,94
Prolina	0,00	0,00	1,68	0,34	0,19	0,11
Glicina	2,75	2,01	6,13	2,83	5,72	2,70
Alanina	4,91	6,43	4,73	4,00	4,02	5,90
Cisteína	9,50	14,12	7,38	6,88	7,31	5,20
Valina	0,00	7,01	1,76	0,00	0,00	0,00
Isoleucina	8,80	14,83	5,38	6,43	6,98	7,86
Leucina	7,97	7,19	11,63	6,13	5,90	8,02
Fenilalanina	6,16	4,53	6,39	4,79	4,31	4,29
Tirosina	0,00	4,79	5,65	0,00	4,98	5,29
Histidina	3,14	9,24	3,36	6,12	2,75	2,76
Glutamina	0,00	0,00	8,51	15,16	13,54	7,40
Asparagina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arginina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Resultados expressos em % de cada aminoácido em relação ao conteúdo total de aminoácidos na amostra analisada. MT = mucilagem liofilizada de taro; GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar; GX = goma xantana

No presente trabalho, os principais aminoácidos presentes na MT foram lisina, triptofano, cisteína, isoleucina e leucina. Para Njintang et al. (2011), os principais aminoácidos presentes em mucilagens de seis variedades diferentes de taro são ácido aspártico, asparagina, glutamina, ácido glutâmico, glicina, leucina e serina. Essa discrepância pode ser devido à diferença entre variedades, além das questões ambientais do cultivo e estágio de maturação. O alto teor de leucina, isoleucina e triptofano neste trabalho pode contribuir para o poder emulsificante da MT, devido ao radical (R) desses aminoácidos ser parcialmente ou totalmente hidrofóbico.

Os principais aminoácidos aqui encontrados para a GA foram valina, isoleucina, cisteína, triptofano, histidina e leucina. De acordo com Jurasek,

Kosik e Philips (1993), os principais aminoácidos para essa goma comercial, em média, são hidroxiprolina, serina, leucina, treonina, glicina, prolina e histidina. Os aminoácidos em comum com maiores proporções comparando os dois trabalhos são histidina e leucina, sendo o último com radical hidrofóbico, que pode contribuir para o poder emulsificante. Anderson, Howlett e McNab (1985) realizaram uma comparação cuidadosa nos aminoácidos presentes nas amostras de GA comerciais e salientaram que existe variabilidade entre elas. Tais variações são esperadas, devido ao fato de GA ser um produto natural complexo, que é sujeito a variações sazonais e geográficas.

Os aminoácidos predominantes para a LBG no atual trabalho foram triptofano, glutamina, lisina e serina, não sendo encontrada a presença de valina, tirosina, asparagina e arginina. Segundo Anderson (1985 apud KÖK, 2007), a LBG possui alto teor de ácido glutâmico, ácido aspártico, glicina, arginina, alanina e serina. A diferença entre os trabalhos se deve ao processo de produção dessa goma, pois a separação da casca e do endosperma da leguminosa, muitas vezes, é incompleta e, portanto, as impurezas são frequentemente encontradas e vendidas comercialmente. Isso determina a qualidade da goma em termos das suas propriedades funcionais em relação à viscosidade e à geleificação (FOX, 1992 apud KÖK, 2007). Estas impurezas, geralmente, incluem pentosana, material celulósico, cinza e material proteico. Este último pode ser, em parte, ligada covalentemente aos polissacarídeos (ANDERSON, 1985 apud KÖK, 2007) que, dependendo da quantidade de aminoácidos com radicais hidrofóbicos e sua conformação, podem fornecer o poder emulsificante.

Os aminoácidos com maior percentagem encontrados para a GG são triptofano, lisina, glutamina e cisteína. Para Anderson, Howlett e McNab (1986), a GG possui alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e arginina como aminoácidos predominantes. No presente trabalho, há presença de alanina, serina e glicina, porém, em menores proporções.

Na GC, os aminoácidos encontrados com maiores teores são serina, triptofano, glutamina, leucina e cisteína. Não foram encontrados, na literatura, dados sobre os aminoácidos predominantes nessa goma comercial.

No presente trabalho, os aminoácidos que se destacaram para a GX foram triptofano, lisina, isoleucina e leucina, não tendo sido encontrada a presença de valina, como ocorre na literatura. Para Anderson, Howlett e McNab (1986), a GX comercial possui alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, leucina e valina como principais aminoácidos.

A divergência encontrada na presença e na quantidade de aminoácidos, quando comparada com a encontrada na literatura, deve-se à existência de uma grande variabilidade na qualidade das várias marcas existentes de gomas, o que pode influenciar as suas propriedades funcionais (SILVA; GONÇALVES, 1990) e químicas, podendo, então, alterar a quantidade e o tipo de aminoácidos encontrados.

4.3.6 Espectros na região do infravermelho

Na Figura 10 encontram-se os espectros de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) da mucilagem do taro e das cinco gomas.

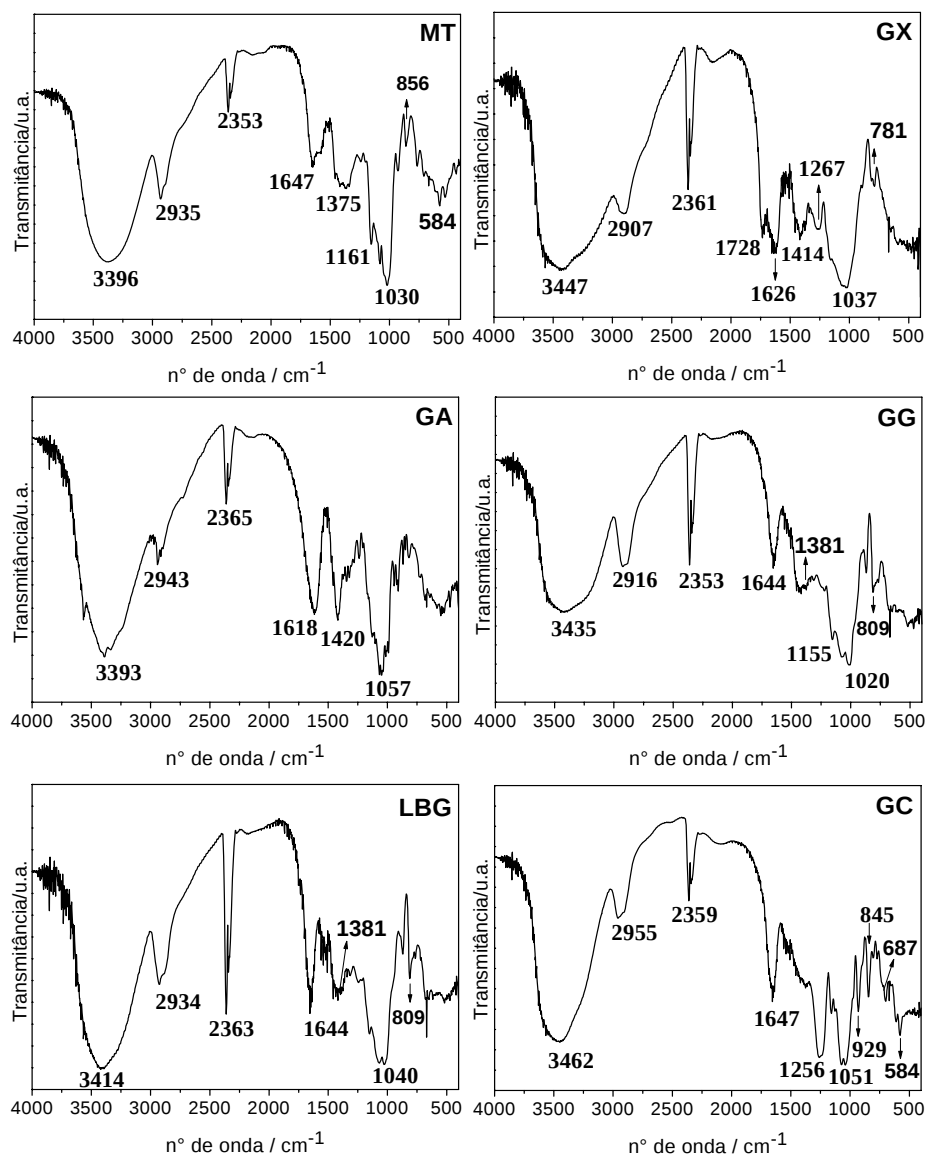


Figura 10 Espectros de FTIR da mucilagem de taro (MT) e das gomas xantana (GX), arábica (GA), guar (GG), locusta (LBG) e carragena (GC)

Em todos os espectros, percebe-se uma banda larga entre 3.500 e 3.100 cm^{-1} , correspondente à deformação axial de grupos hidroxila em ligações de hidrogênio intermoleculares de álcool, comumente encontrada em polissacarídeos, confirmando a presença de carboidratos em todas as amostras (MOTHÉ; CORREIA, 2002).

As bandas em 2.907, 2.935, 2.943, 2.916, 2.934 e 2.955 cm^{-1} são atribuídas à deformação axial da ligação C-H, encontrada na região entre 3.000 e 2.840 cm^{-1} (MOTHÉ; CORREIA, 2002).

Todas as amostras apresentaram bandas na região entre 1.650 a 1.530 cm^{-1} , característica de deformação axial de C=O de enóis (FARIA et al., 2011).

Nas amostras LBG, GG e MT encontraram-se bandas próximas a 1.380 cm^{-1} , para as duas primeiras e 1.375 cm^{-1} para a última, indício de grupo metil ($-\text{H}_3$) (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2006), que pode fornecer uma parte hidrofóbica para essas amostras, favorecendo, assim, sua atividade emulsificante.

De acordo com os dados da Tabela 11 as carragenas possuem absorvância entre 1.080 e 1.010 cm^{-1} , correspondente a ligações glicosídicas. Todos os outros espectros de FTIR apresentaram bandas entre essa faixa, comprovando, novamente, a presença de carboidratos em todas as amostras estudadas.

As bandas entre 2.353 a 2.363 cm^{-1} são identificadas em todas as amostras, sendo atribuída ao CO_2 absorvido do meio ambiente.

O espectro da GX apresentou uma banda característica da deformação axial da carbonila (C=O) de ésteres, ácidos carboxílicos, aldeídos e cetonas que se encontra entre 1.730 a 1.710 cm^{-1} (FARIA et al., 2011). Essa mesma goma apresentou banda entre 1.320 a 1.210 cm^{-1} , característica de estiramento C-O de ácidos carboxílicos (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2006).

Nos espectros da GA e GX há presença de banda entre 1.440 a 1.395 cm^{-1} , característica de deformação angular de C-O-H de ácido carboxílico (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2006).

A banda compreendida entre 1.200 e 1.000 cm^{-1} na MT (1161 cm^{-1}), análoga à observado por Lin e Huang (1993), pode resultar dos grupos C-OH do álcool, principalmente de estruturas como carboidrato. A mesma banda foi encontrada na GG em 1.155 cm^{-1} .

Em relação à MT, Tavares et al. (2011) encontraram bandas entre 3.400 a 3.300 cm^{-1} , 2.950 a 2.800 cm^{-1} , 1.680 a 1.630 cm^{-1} e 900 a 1.300 cm^{-1} , semelhante ao presente trabalho e comprovando, novamente, que MT é rica em hidratos de carbono.

Em relação à GC, ela pode ser do tipo kappa, iota e lambda. Nesse caso, é do tipo kappa, de acordo com os dados da Tabela 11. Ela não pode ser do tipo iota, devido à não presença de banda entre 805 a 800 cm^{-1} . Para que essa goma fosse do tipo lambda, não poderia apresentar banda entre 850 a 840 cm^{-1} .

A GC tem banda entre 1.260-1.210 cm^{-1} , que difere da MT e das demais gomas, indicando a presença do grupo éster sulfato.

Tabela 11 Grupos funcionais característicos de cada carragenana e as respectivas absorvâncias (espectroscopia de infravermelho). Adaptado de GENU (1985) e McCandless e Richter (1983)

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo funcional	Absorvância		
		<i>kappa</i>	<i>iota</i>	<i>lambda</i>
1260-1210	Éster sulfato	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada
1080-1010	Ligação glicosídica	Muito elevada	Muito elevada	Muito elevada
933-928	3,6-anidro-D-galactose	Elevada	Elevada	Nula ou reduzida
850-840	D-galactose-4-Sulfato	Média	Média	Nula
830-820	D-galactose-2-Sulfato	Nula	Nula	Média
820-810	D-galactose-6-sulfato	Nula	Nula	Média
805-800	3,6-anidro-D-galactose-2-sulfato	Nula ou reduzida	Média	Nula

4.4 Comparação quimiométrica entre a caracterização da MT e das gomas comerciais

Os resultados obtidos para a caracterização da mucilagem do taro e das cinco gomas comerciais foram submetidos à análise de componente principal (PCA). A PCA foi aplicada no intuito de comparar a caracterização da mucilagem do taro com a das gomas comerciais.

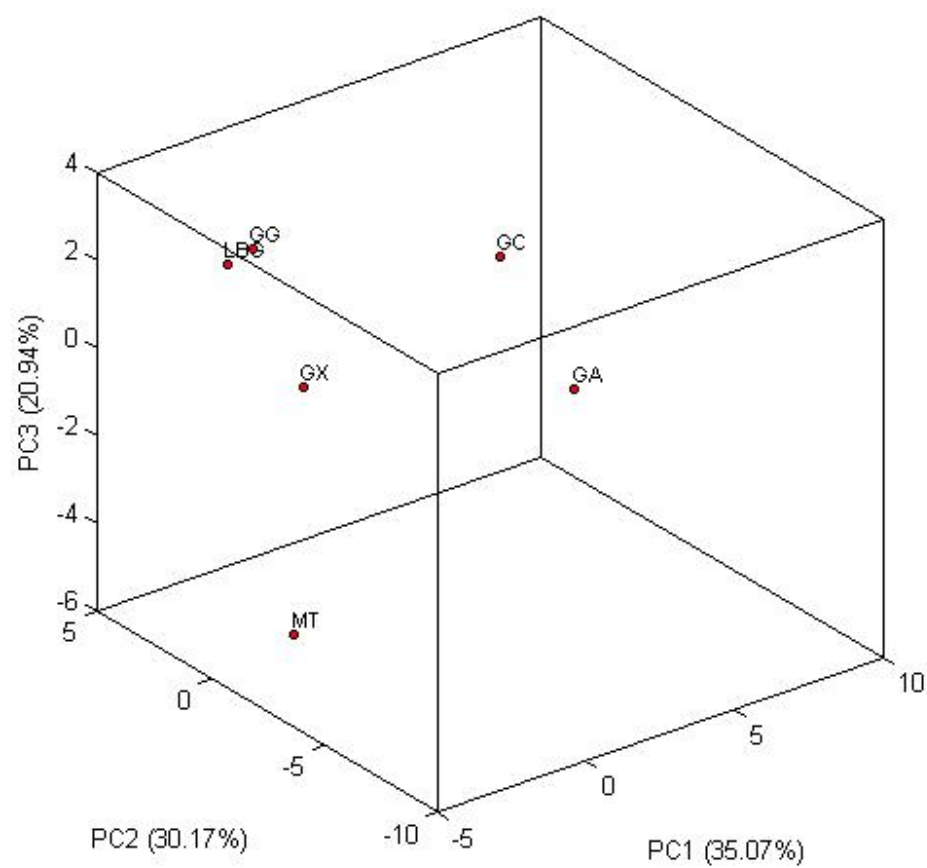


Figura 11 Gráfico de escores da análise de componentes principais (PCA) da mucilagem do taro e das cinco gomas comerciais, Sendo: MT = mucilagem liofilizada de taro GA = goma arábica; GC = goma carragena; LBG = goma locusta; GG = goma guar e GX = goma xantana

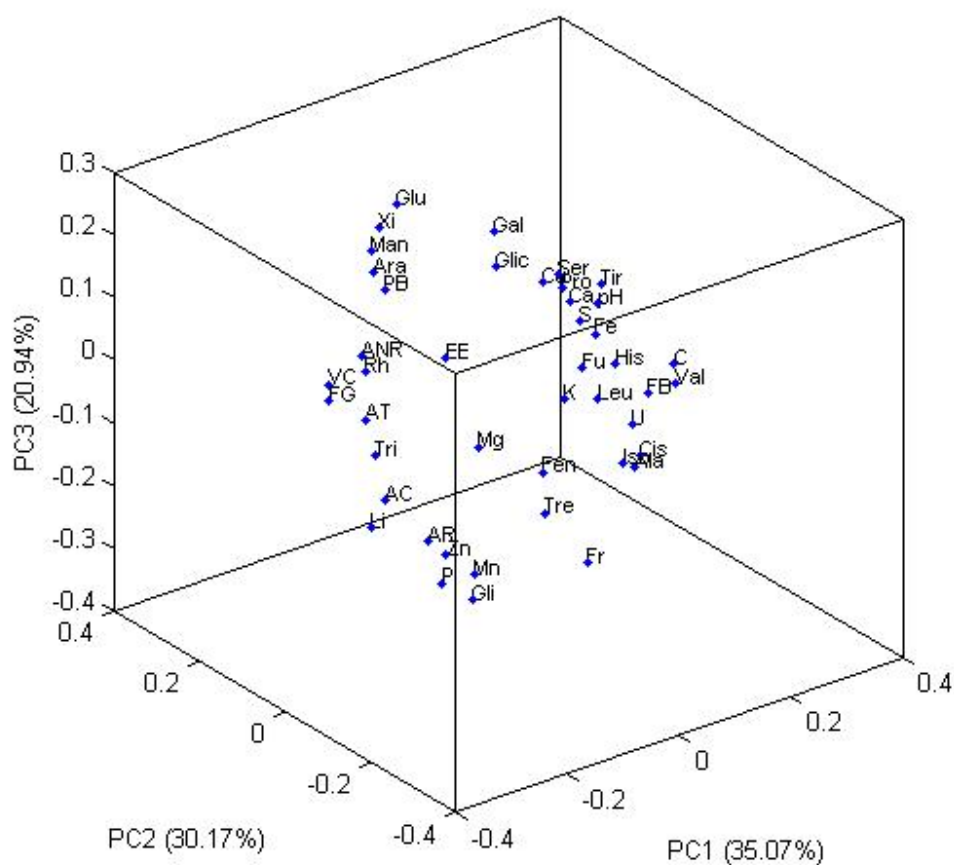


Figura 12 Gráfico de pesos da PCA da mucilagem do taro e das cinco gomas comerciais, sendo: U: umidade; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; C: cinzas; FG: fração glicídica; VC: valor calórico; AT: açúcares totais; AR: açúcares redutores; ANR: açúcares não redutores; AC: acidez titulável; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Mn: manganês; Zn: zinco; Fe: ferro; Fr: frutose; Fu: fucose; Ara: arabinose; Gal: galactose; Gli: glicose; Xi: xilose; Rh: ramnose; Man: manose; Li: lisina; Tri: triptofano; Tre: treonina; Ser: serina; Pro: prolina; Glic: glicina; Ala: alanina; Cis: cisteína; Val: valina; Iso: isoleucina; Leu: leucina; Fen: fenilalanina; Tir: tirosina; His: histidina e Glu: glutamina.

Por meio da representação gráfica das três primeiras componentes principais, que explicam 86,18% da variabilidade total entre as amostras (Figura 11), pode-se observar que apenas a GG e a LBG foram semelhantes, pelas análises feitas.

No gráfico de escores, pode-se observar que, pelas análises realizadas, a composição química da MT não está próxima a nenhuma goma comercial. Isso pode ser explicado observando-se a Figura 12, sendo os valores de açúcares redutores, minerais (Zn, Mn e P) e o teor de glicose bem diferentes, quando comparados com os das demais amostras. O alto teor de glicose pode ser explicado pelo alto valor de amido encontrado. Os compostos que descrevem a MT como diferente das demais gomas não são os responsáveis pelo poder emulsificante delas.

As GG e a LBG estão próximas pelas análises feitas, o que se deve, provavelmente, aos valores próximos de monossacarídeos, como manose, arabinose e xilose e pelo aminoácido glutamina. As gomas GG e LBG são galactomanas e possuem alto teor de manose. Na LBG, em geral, são quatro unidades de manose para uma de galactose.

A composição química das GX, GC e GA não estão próximas entre si e nem em relação às demais amostras estudadas. Isso ocorre devido principalmente aos valores discrepantes de açúcares não redutores, ramnose e acidez titulável para a GX e aos altos teores de galactose, fucose, glicina, serina, prolina, tirosina, pH e minerais como S, Fe e K para a GC. Por último, observar-se que os valores de fibra bruta, umidade e dos aminoácidos cisteína, isoleucina, valina e alanina da GA estão bem diferentes quando comparados com os demais.

Mesmo que a mucilagem do taro não seja semelhante a nenhuma goma comercial pela PCA, pode-se inferir que seu poder emulsificante deve-se à presença de proteína, seja ela apenas como resíduo ou complexada aos carboidratos e também pela presença do grupo metil, visto no espectro de

infravermelho, como discutido no item 4.3.6. Como já tratado, pode haver também a contribuição dos lipídeos presentes para o caráter de emulsificação.

4.5 Hipóteses sobre o poder emulsificante da MT e das gomas comerciais

Os polissacarídeos mais utilizados como emulsificantes em alimentos são as gomas arábicas, as celuloses e os amidos modificados e algumas galactomananas (DICKINSON, 2003; GARTI; REICHMAN, 1993). A atividade interfacial e o poder emulsificante destes hidrocolóides têm sua origem na natureza hidrofóbica de grupos químicos ligados à estrutura polissacarídica (no caso de amido e celulose modificada), na presença de proteínas ligadas covalentemente ou fisicamente ao polissacarídeo (como a goma arábica) ou simplesmente pela contaminação de proteínas/peptídeos apolares na amostra, como no caso de galactomananas (goma guar e goma locusta, por exemplo).

De acordo com alguns estudos, a goma arábica é formada por três principais constituintes, sendo eles arabinogalactana (AG), proteína-arabinogalactana (AGP) e glicoproteína (GP) (RANDALL; PHILLIPS; WILLIAMS, 1989; RENARD et al., 2006). A AGP (Figura 13a) tem uma fração proteica ligada aos blocos de carboidratos, sendo responsável pelo poder emulsificante, devido aos aminoácidos hidrofóbicos presentes neste complexo.

Randall, Phillips e Williams (1989) postularam que a cadeia polipeptídica hidrofóbica da AGP está adsorvida na superfície das gotículas de óleo, enquanto os blocos de carboidratos estão voltados para a água (porção hidrofílica). Essa explicação pode ser observada na Figura 13b. Trabalhos utilizando enzima ou tratamento térmico têm causado a remoção ou desnaturação das porções proteicas na goma arábica, levando a uma redução na eficácia da emulsificação (CHIKAMAI et al., 1996; RANDALL; PHILLIPS; WILLIAMS, 1989). Chikamai et al. (1996) verificaram que soluções com

aquecimento a 100 °C, em um período superior a 6 horas, causam perda significativa na atividade emulsificante. Tais pesquisas mostram que, realmente, são as proteínas presentes na goma arábica que lhe conferem a atividade emulsificante.

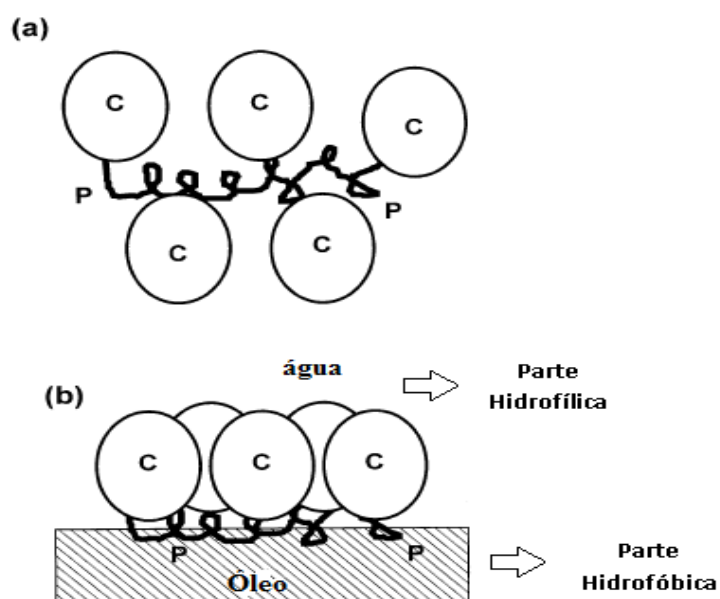


Figura 13 Representação esquemática do modelo “wattle blossom”, simbolizando o componente funcional da goma arábica (AGP). (a) em solução, (b) adsorvido na interface óleo-água, sendo carboidratos (C), a parte hidrofílica e proteínas (P), a parte hidrofóbica (aminoácidos com radicais apolares). Adaptado de Dickinson (2003)

Jiang e Ramsden (1999) estudaram a mucilagem de doze variedades de taro e constataram que todas possuem grande percentagem de AGP (93,2% a 98,2%). Tal fato pode levar a acreditar que a AGP (glicoproteína) é a responsável pelo poder emulsificante em mucilagem de rizomas de taro, como acontece na goma arábica. No presente trabalho, foi encontrada grande

quantidade de aminoácidos apolares, que podem contribuir para essa emulsificação.

Uma hipótese levantada no trabalho de Yadav et al. (2007) é a de que a goma arábica contém traços de lipídeos (no presente trabalho foi de 0,52 g 100 g⁻¹) e que esses podem estar ligados à AGP como glicosilfosfatidilinositol (GPI), que pode contribuir para a atividade emulsificante da goma. Portanto, pode-se inferir que a quantidade de 0,48% de extrato etéreo encontrada na mucilagem pode, talvez, contribuir para o poder emulsificante, porém, algumas análises são importantes para conhecer melhor esses lipídeos e comprovar esse efeito.

Um fato interessante que aconteceu com a mucilagem do taro foi a presença de uma banda em 1.375 cm⁻¹ no espectro de FTIR, característico de grupo metil (-CH₃) que, dependendo da quantidade, pode também contribuir para o poder emulsificante dessa mucilagem.

Alguns autores, como Garti (1999) e Garti e Reichman (1993), estão convencidos de que a atividade interfacial/emulsificante de galactomanas (como goma guar e locusta) seja uma propriedade intrínseca do polímero e não devido à presença de contaminantes proteicos. Porém, é justo dizer que todas as amostras dessas gomas comerciais têm uma fração residual de proteína fortemente ligada ou não ao polissacarídeo, sendo provável que a origem da maior parte da atividade emulsificante das gomas galactomananas seja devido a estes resíduos de proteínas (DICKINSON, 2003). No presente trabalho, houve presença significativa de aminoácidos hidrofóbicos para a GG e LBG, o que pode, então, contribuir com o poder emulsificante desses hidrocoloides.

De acordo com Araújo (2004), os hidrocoloides que não apresentam proteínas em sua estrutura são as galactomananas, como a goma guar e a LBG, que possuem também propriedades emulsificantes, se os polissacarídeos apresentarem suficientes grupos hidrofóbicos (metil, por exemplo). Pelos espectros de infravermelho no item 4.3.6, podem-se observar picos próximos a

1.375 cm^{-1} , o que pode ser característico de grupo metil ($-\text{CH}_3$), podendo este fornecer a parte apolar para atividade emulsificante. Porém, de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, as galactomananas têm uma percentagem de proteína, podendo-se dizer que, para as gomas guar e locusta, tanto o teor de proteína com os aminoácidos apolares e a possível presença de grupos metil podem contribuir para o seu poder emulsificante.

O poder emulsificante para as GC e GX, provavelmente, vem dos resíduos de proteínas presentes. A presença de aminoácidos hidrofóbicos para essas gomas foi significativa.

Uma vez que, em geral, somente parte da goma é envolvida no processo de emulsificação, a concentração necessária para produzir uma emulsão é muito mais alta do que para proteínas puras e emulsificantes comerciais, como DATEM e monoglicerídeos.

Portanto, de acordo com o artigo de Dickinson (2003), pode-se dizer que, na maioria dos casos, a capacidade emulsificante de alguns polímeros de hidratos de carbono pode ser atribuída, principalmente, à presença de proteína, quer como um contaminante ou como ligante de forma covalente (ou fisicamente associado), tendo-se, então, um complexo de proteína-polissacarídeo. Pode-se inferir, portanto, que a presença de proteína é a responsável, totalmente ou em partes, pelo poder emulsificante de gomas e mucilagens, como a de taro.

De acordo com as análises realizadas, para que o poder emulsificante da mucilagem do taro seja maior, seria necessária a sua purificação, retirando-se, principalmente, o amido, que não contribui para a sua atividade.

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a) a mucilagem do taro tem alto teor de fração glicídica, sendo grande parte dessa composta de amido que, conseqüentemente, leva ao grande teor de glicose após a hidrólise ácida. Além disso, tem também uma fração proteica;
- b) o composto que pode fornecer o poder emulsificante a mucilagem do taro não é o mesmo dos emulsificantes comerciais (CSL, SSL, monoglicerídeos, lecitina e DATEM), pelo fato de eles possuírem alto teor de extrato etéreo, ao contrário da mucilagem;
- c) o poder emulsificante da mucilagem do taro é devido, principalmente, ao teor de proteínas, com a presença de aminoácidos hidrofóbicos, destacando leucina, isoleucina e triptofano. A presença do grupo metil, visto no espectro de infravermelho e a pequena presença de lipídeos podem também contribuir para o poder emulsificante;
- d) todas as gomas estudadas têm alto teor de fração glicídica e uma pequena percentagem de proteína;
- e) em todas as gomas comerciais, a atividade emulsificante pode ser devido, totalmente ou em partes, à presença de carboidratos (parte hidrofílica) e à presença proteica, fornecendo a parte hidrofóbica;
- f) por meio da PCA, a composição da mucilagem do taro não está próxima a nenhuma goma comercial, mas isso não se aplica ao composto proteico que pode fornecer, totalmente ou em partes, a atividade emulsificante a todos esses produtos.

REFERÊNCIAS

- AL-ASSAF, S. et al. Characterization and properties of Acacia senegal (L.) Willd. var. senegal with enhanced properties (Acacia (sen) SUPER GUM₂): part 1, controlled maturation of Acacia Senegal var. senegal to increase viscoelasticity, produce a hydrogel form and convert a poor into a good emulsifier. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 319-328, May 2007.
- ANDERSON, D. M. W.; HOWLETT, J. F.; MCNAB, C. G. A. Amino acid composition of proteinaceous component of gum arabic (*Acacia senegal* L. Willd). **Food Additives & Contaminants**, London, v. 2, p. 159-160, Apr. 1985.
- _____. The amino acid composition of the proteinaceous components of konjac mannan, seed endosperm galactomannans and xanthan gum. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 1, n. 2, p. 95-99, Nov. 1986.
- ANDERSON, D. M. W.; WANG, W. Characterization of gum arabic (*Acacia Senegal*) samples from Uganda. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 5, p. 297-306, June 1991.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 478 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Arlington, 1990. 1056 p.
- _____. _____. 17th ed. Gaithersburg, 2000. v. 1.
- BEMILLER, J. N. One hundred years of commercial food carbohydrates in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 57, p. 8125-8129, Aug. 2009.

BEMILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. Carbohydrates. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food chemistry**. 3rd ed. New York: M. Dekker, 1996. p. 157-224.
 BEZERRA, U. S. et al. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, maio/jul. 2002.

BORNSCHEUER, U. T. Lipase catalysed synthesis of monoacylglycerols. **Enzyme and Microbial Technology**, New York, v. 17, n. 7, p. 578-586, July 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999. Regulamento Técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 ago. 1999. Disponível em:
 <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=11541>>. Acesso em: 6 set. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Taro (ex-inhame) (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: _____. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília, 2010. p. 19-22. Disponível em:
 <http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2012.

BRILLOUET, J. M.; TRECHE, S.; SEALY, L. Alterations in cell wall constituents of yams *dioscorea dumetorum* and *D. rotundifolia* with maturation and storage conditions, relation with post harvest hardening of *D. dumetorum* yam tubers. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1964-1967, Nov./Dec. 1981.

CARMO, C. A. S.; BOREL, R. M. A. Situação das culturas do taro e do inhame no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. p. 197-212.

CARRAGENAS: tipos e aplicação nos alimentos. Disponível em:
<http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/395.pdf>.
Acesso em: 5 set. 2012.
CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Fabricacion de pan**. Zaragoza: Acribia, 2002. 419 p.

CEREDA, M. P. Potencial de taro e inhame como matéria-prima. In:
SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO,
2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EPEPA-PB, 2003. p. 123-148.

CHIKAMAI, B. N. et al. Processing of gum arabic and some new opportunities.
Food Hydrocolloids, Oxford, v. 10, p. 309-316, July 1996.

COSTA, R. P.; SILVA, C. C.; MAGNONI, C. D. Importância das fibras nas
doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo,
v. 12, n. 4, p. 151-154, 1997.

CUI, W.; MAZZA, G. Physicochemical characteristics of flaxseed gum. **Food
Research International**, Barking, v. 29, p. 397-402, Apr./May 1996.

DAKIA, P. A. et al. Composition and physicochemical properties of locust bean
gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. **Food
Hydrocolloids**, Oxford, v. 22, p. 807-818, July 2008.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties
of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 17, p. 25-39, Jan. 2003.

DIVEKAR VARSHA, B. et al. Isolation and characterization of mucilage from
lepidium sativum linn. seeds. **International Journal of Pharmaceutics,
Research & Development**, Amsterdam, v. 2, n. 1, Mar. p. 1-5, 2006. Disponível
em:
<<http://www.ijprd.com/isolation%20and%20characterization%20of%20mucilage%20from%20lepidium%20sativum%20linn.%20seeds.pdf>>. Acesso em: 15 jul.
2011.

DOSSIÊ GOMAS. **As gomas exudadas de plantas**. Disponível em:
<<http://www.revista-fi.com/materias/176.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2013.

DRUZIAN, J. I.; PAGLIARINI, A. P. Produção de goma xantana por fermentação do resíduo de suco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 26-31, jan./mar. 2007.

DZIEZAK, J. D. A focus on gums. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n. 10, p. 104-116, Oct. 1989.

EMULSIFICANTES: panorama da situação. **Aditivos & Ingredientes**, São Paulo, n. 19, p. 42-47, 2002. Disponível em:
<http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/269.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2011.

FARIA, S. et al. Characterization of xanthan gum produced from sugar cane broth. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 86, p. 469-476, Aug. 2011.

FEDENIUK, R. W.; BILIADERIS, C. G. Composition and physicochemical properties of linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 42, p. 240-247, Feb. 1994.

FERNANDES, P. B. Influence of galactomannan on the structure and thermal behavior of xanthan/galactomannan mixtures. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 24, n. 2, p. 269-283, 1995.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar.exe**: sistema de análise de variância. Versão 3.04. Lavras: UFLA, 1999. Software.

FOOD AND ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual**. 6th ed. Washington, 1992. 529 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Evaluation of certain food additives**. Geneva, 1974. 37 p. (Technical Report Series, 557).

FONSECA, E. W. N. da. **Utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea spp.*) como melhorador na produção de pão de forma**. 2006. 83 p.
Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FONTANIELLA, B. et al. Identification of xanthans isolated from sugarcane juices obtained from scalded plants infected by *Xanthomonas albilineans*. **Journal of Chromatography B**, Amsterdam, v. 770, p. 275-281, Apr. 2002.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 273 p.

GARCÍA-OCHOA, F. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, New York, v. 18, p. 549-579, Nov. 2000.

GARTI, N. Hydrocolloids as emulsifying agents for oil-in-water emulsions. **Journal of Dispersion Science and Technology**, London, v. 20, n. 1/2, p. 327-355, Jan. 1999.

GARTI, N.; REICHMAN, D. Hydrocolloids as food emulsifiers and stabilizers. **Food Microstructure**, London, v. 12, n. 1/2, p. 411-426, Jan. 1993.

GENU. **Carrageenan**. Copenhagen, 1985. 19 p.

GOLDSTEIN, A. M.; ALTER, E. N.; SEAMAN, J. K. Guar gum. In: WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. M. (Ed.). **Industrial gums**. London: Academic, 1973. p. 303-321.

GRANDES gomas. Disponível em:
<http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/297.pdf>.
Acesso em: 31 maio 2012.

GREIN, A. **Estudo de propriedades em solução e de superfície de sistemas polissacarídeos a partir de goma de acácia e goma de acácia/celulose bacteriana**. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

HOU, W. C.; HSU, F. L.; LEE, M. H. Yam (*Dioscorea batatas*) tuber mucilage exhibited antioxidant activities in vitro. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 68, n. 12, p. 1072-1076, Dec. 2002.

HUANG, C. C. et al. Chemical compositions and enzyme activity changes occurring in yam (*Dioscorea alata* L.) tubers during growth. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 40, p. 1498-1506, Nov. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.

JIANG, G.; RAMSDEM, L. Characterization and yield of the arabinogalactanas-protein mucilage of taro corms. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 79, n. 5, p. 671-674, Apr. 1999.

JURASEK, P.; KOSIK, M.; PHILIPS, G. O. A chemometric study of the *Acacia* (gum arabic) and related natural Gums. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 73-85, Mar. 1993.

KAMER, J. H. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of cruser fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.

KAWAMURA, Y. **Food safety and quality: carob bean gum chemical and technical assessment (CTA)**. Rome: FAO/WHO, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

KETIKU, A. O.; OYENUGA, Y. A. Changes in the carbohydrate constituents of yam tuber (*Dioscorea rotundata* pois.) during growth. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, London, v. 24, n. 4, p. 367-373, Apr. 1973.

KIM, Y. S. et al. Screening potato starch for novel properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, p. 1060-1065, Sept. 1995.

KÖK, M. S. A comparative study on the compositions of crude and refined locust bean gum: in relation to rheological properties. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 70, n. 1, p. 68-76, Aug. 2007.

LIMA, J. A. Potencialidades de Industrialização do Inhame e do Taro no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. p. 197-212.

LIN, H.; HUANG, A. S. Chemical composition and some physical properties of a water-soluble gum in taro. **Food Chemistry**, London, v. 48, n. 4, p. 403-409, Feb. 1993.

MAESTRI, D.; ARAUJO, R. de C. Z. **Inhame e taro: raízes tropicais, saborosas e nutritivas**. Vitória: INCAPER, 2003. 43 p. (Documentos, 116).

MAIER, H. et al. Guar, locust bean, tara and fenugreek gums. In: WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. M. (Ed.). **Industrial gums: polysaccharides and their derivatives**. 3rd ed. New York: Academic, 1993. p. 181-226.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MATUDA, T. G. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento:** otimização do uso de aditivos. 2004. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MCCANDLESS, E. L.; RICHTER, S. M. Studies of carrageenan synthesis. In: SEAWEED SYMPOSIUM, 7., 1971, Sapporo. **Proceedings...** Sapporo: University of Tokyo, 1971. p. 477-484.

MERCÊ, A. L. R et al. Fe (III) Galactomannan solid and aqueous complexes potentiometric, EPR spectroscopy and thermal data. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 12, n. 6, p. 791-798, Nov./Dec. 2001.

MISAKI, A.; ITO, T.; HARADA, T. Constitutional studies on the mucilage of "Yamanoimo" *Dioscorea batatas* Decne, *forma Tsukune*: isolation and structure of a mannan. **Agricultural and Biological Chemistry**, Bethesda, v. 36, n. 5, p. 761-771, 1972.

MOTHÉ, C. G.; CORREIA, D. Z. Caracterização reológica de blendas de gomas cajueiro e xantana em suco. **Revista Analítica**, São Paulo, v. 1, p. 59-64, Nov. 2002.

NAVARRETE, R. C. et al. New biopolymer for coiled tubing applications. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OILFIELD CHEMISTRY, 1., 2001, Houston. **Proceedings...** Houston: SPE, 2001. p. 1-10.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 135-375, May 1944.

NIP, W. K. Taro. In: SMITH, D. S. et al. (Ed.). **Processing vegetables:** science and technology. Lancaster: Technomic, 1997. p. 355-387.

_____. Taro food products. In: HOLLYER, J. R.; SATO, D. M. (Ed.). **Taking taro into the 1980: a taro conference**. Hawaii: University of Hawaii, 1980. p. 3-5.

NJINTANG, N. Y. et al. Compositional, spectroscopic and rheological analyses of mucilage isolated from taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) corms. **Journal of Food Science and Technology**, London, v. 48, Nov. 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-011-0580-0?LI=true>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

NUNES, C. A. **Software Chemoface**. Versão 1.4. Lavras: UFLA, 2012. Software.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. 158 p.

PALMA, E. J.; CICHELO, M. S. F.; PAVANELLI, A. P. **Emulsificantes em panificação**. Disponível em: <<http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes/mercados/doc/documento.asp?artigotecnico=1&segmento=0100&idioma=PO&r=.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2011.

PAULA, C. D. **Utilização de taro na elaboração de farinha e de produto alimentício reestruturado frito**. 2009. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

PEDRALLI, G. et al. Uso de nomes populares para as espécies de *Araceae* e *Dioscoreaceae* no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 530-532, dez. 2002.

PLATA-OVIEDO, M. S. V. **Secagem do amido fermentado de mandioca: modificação química relacionada com a propriedade de expansão e característica físico-químicas**. 1998. 114 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

RANDALL, R. C.; PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. Fractionation and characterization of gum from *Acacia senegal*. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 2, p. 65-75, Feb. 1989.

RENARD, D. et al. *Acacia senegal* gum: a continuum of molecular species differing by their protein to sugar ratio, molecular weight and charges. **Biomacromolecules**, London, v. 7, p. 2637-2649, Aug. 2006.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 2004. 184 p.

ROSENBERG, M.; KOPELMAN, I. J.; TALMON, Y. Factors affecting retention inspray drying microencapsulation of volatile materials. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 38, n. 5, p. 1288-1294, May 1990.

RUITIER, G. A. de; RUDOLPH, R. Carrageenan biotechnology. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 8, n. 12, p. 389-395, Dec. 1997.

SAHIN, H.; OZDEMIR, F. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, p. 1015-1022, Nov. 2004.

SANTOS, E. S. dos et al. Denominações populares das espécies de *Dioscorea* e *Colocasia* no Brasil. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 37-41, set. 2007.

SANTOS, E. S. dos; PUIATTI, M. **Cultura do taro (*Colocasia esculenta*)**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 9 p.

SANTOS, F. P.; BRUNIERA, L. B.; GARCIA, C. E. R. Carragena: uma visão ambiental. **Revista Terra e Cultura**, Londrina, v. 24, n. 47, p. 58-65, ago./dez. 2008.

SCAMPARINI, A. R. P. et al. New biopolymers produced by nitrogen fixing microorganisms for use in foods. In: NISHINARI, K. (Ed.). **Hydrocolloids**: part 1, physical chemistry and industrial application of gels, polysaccharides and proteins. Osaka: Elsevier Science, 2000. p. 169-178.

SHAND, P. H.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. *Kappa* carrageenan, sodium chloride and temperature affect yield and texture of estruture beef rolls. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, p. 282-287, Mar. 1994.

SHOWALTER, A. M. Structure and function of plant cell wall proteins. **The Plant Cell**, Rockville, v. 5, n. 1, p. 9-23, Jan. 1993.

SILVA, J. A. L. da; GONÇALVES, M. P. Studies on a purification method for locust bean gum by precipitation with isopropanol. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 4, p. 277-287, Dec. 1990.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 490 p.

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. São Paulo: Nobel, 1985. 274 p.

SOUZA, F. L. C. **Desenvolvimento de bases emulsionadas de silicone e água e avaliação comparativa com bases emulsionadas de óleo e água para uso externo de uso mais comum em manipulação**. 2007. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

TAVARES, C. M. M. **Gelificação de misturas proteínas do soro do leite - galactomananas**: efeito do grau de ramificação do polissacarídeo. 2005. 87 p. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais e Alimentos) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2005.

TAVARES, S. A. **Caracterização e utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea spp.*) como emulsificante em pães de forma**. 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TAVARES, S. A. et al. Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 973-979, set./out. 2011.

WHISTLER, R. L. Factors influencing gum custers and applications. In: WHISTLER, R. J.; BEMILLER, J. N. (Ed.). **Industrial gums: polysaccharides and their derivatives**. 2nd ed. New York: Academic, 1973. p. 5-18.

YADAV, M. P. et al. Chemical investigation of the structural bases of the emulsifying activity of gum Arabic. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 297-308, Mar. 2007.

ZONTA, F. M. G. **Conservação pós-colheita de rizomas de taro em função da temperatura de armazenamento e do filme PVC**. 2010. 45 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.