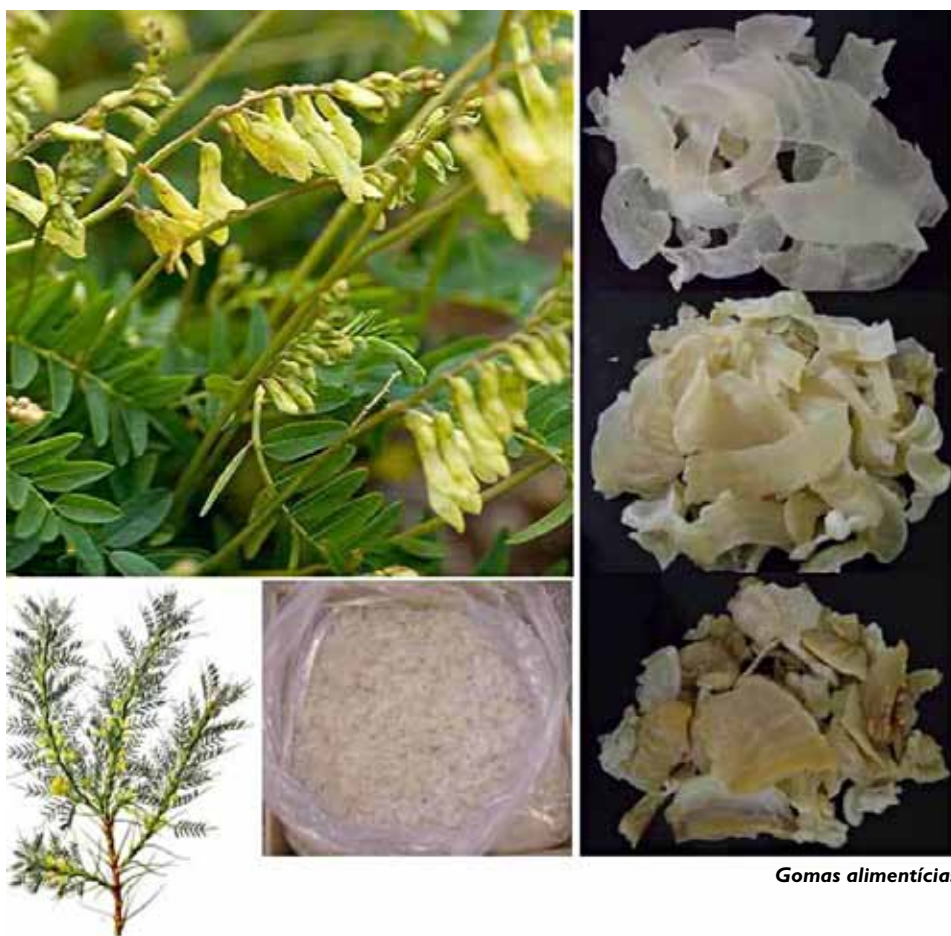


AS GRANDES GOMAS



Gomas alimentícias

As gomas são substâncias que se classificam segundo sua origem, ou seja, a partir de plantas marinhas, sementes de plantas terrestres, exsudados de plantas terrestres e processamento microbiológico. As gomas são utilizadas comercialmente nos mais diversos setores industriais, com grande aplicação no ramo alimentício, onde são amplamente utilizadas pelas suas propriedades espessantes e geleificantes.

AS GOMAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

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

No ramo alimentício é mais comum a utilização do termo goma para referir-se a polissacarídeos ou seus derivados, obtidos de plantas ou por processamento microbiológico, que ao dispersar-se em água fria ou quente, produzem soluções ou misturas viscosas. A literatura sobre gomas, estabilizantes, hidrocolóides, e espécies de similar função ou estrutura, encontra muita dificuldade para definir seus termos. O termo goma se baseia nas características físicas e na origem dos materiais em questão. Inicialmente, as gomas podem ser descritas como exsudados vegetais solúveis ou dispersíveis em água, incluindo os polissacarídeos microbianos e as gomas vegetais quimi-

camente modificadas, bem como os polissacarídeos de origem animal. Esta definição exclui proteínas e polímeros sintéticos que podem ser utilizados como gomas em aplicações práticas. Consequentemente, as gomas podem ser entendidas como polissacarídeos de cadeia longa, que podem ser pouco, muito, ou nada ramificados, mas que devem interagir com a água.

Uma goma pode ser definida, em sentido amplo, como qualquer polissacarídeo solúvel em água, que pode ser extraído a partir de vegetais terrestres ou marinhos, ou de microorganismos, que tenham a capacidade, em solução, de incrementar a viscosidade e/ou de formar géis.

As gomas realizam, no mínimo, três funções no processamento dos alimentos: são emulsificantes, estabilizantes e espessantes. Além disso, algumas gomas também são agentes gelificantes, formadores de corpo, agentes de suspensão e aumentam a capacidade de dispersão de gases em sólidos ou líquidos.

A indústria de processamento de alimentos, assim como outras aplicações industriais das gomas, aproveitam suas propriedades físicas, especialmente sua viscosidade e sua estrutura coloidal. Nas mesmas concentrações, as gomas

com moléculas relativamente lineares, como a goma tragacanto ou adraganta, formam soluções mais viscosas do que as gomas de forma esférica, como a goma arábica, por exemplo; geralmente, são utilizadas em um intervalo de concentrações entre 0,25% a 0,50%, o que mostra sua grande habilidade para produzir viscosidade e formar géis.

Visto que as gomas possuem funções estabilizantes em muitos alimentos, é importante notar que no sentido mais amplo do termo, um estabilizante alimentício é qualquer material que ao ser adicionado a um alimento aumenta seu tempo de armazenamento; uma definição menos ampla define um estabilizante como um material que reduz a taxa na qual acontecem algumas mudanças dentro de um produto alimentício durante seu armazenamento, transporte e manuseio. Assim, os estabilizantes retardam ou evitam qualquer um dos seguintes processos:

- cristalização, usualmente da água ou do açúcar;
- sedimentação gravitacional de partículas em suspensão;
- encontro entre partículas, gotas ou bolhas em um meio fluido;
- floculação, coagulação ou coalescência de frações dispersas;
- desagregação de agregados;

- perda de pequenas moléculas ou íons, devido a mudanças no potencial químico do íon ou molécula dissolvida, ou devido a formação de uma película impermeável;
- sinérese nos géis. Embora a sinérese usualmente aconteça como resultado da presença de gomas, em alguns casos onde uma goma é adicionada para formar um gel (o que não é uma função estabilizante), uma ou outra goma pode ser adicionada para prevenir a sinérese, convertendo-se, portanto, em um estabilizante.

As gomas alimentícias são obtidas a partir de uma variedade de fontes: exsudados e sementes de plantas terrestres, algas, produtos da biossíntese de microorganismos, e a modificação química de polissacarídeos naturais.

A Tabela 1 apresenta as principais características das gomas mais usadas na indústria de alimentos.

GOMAS DE EXSUDADOS DE PLANTAS TERRESTRES

O primeiro grupo importante de gomas usadas na indústria de alimentos é constituído das gomas exsudadas de árvores: goma arábica, goma karaya, goma adraganta e goma ghatti.

Goma arábica

A goma arábica, ou goma acácia, como também é muito conhecida, é o exsudato gomoso dessecado dos troncos e dos ramos da *Acacia senegal* ou de outras espécies africanas de acácia, como a *Acacia seyal*.

A goma arábica é constituída principalmente por arabina, mistura complexa de sais de cálcio, magnésio e potássio do ácido arábico. Este ácido é um polissacarídeo que produz L-arabinose, D-galactose, ácido D-glucorônico e L-ramnose após hidrólise. Contém 12% a 15% de água e várias enzimas ocluídas (oxidases, peroxidases e pectinases) que podem causar problemas em algumas formulações. A goma arábica é composta de duas frações: a primeira composta de polissacarídeos, os quais apresentam pouco ou nenhum material nitrogenado (70% da composição da goma), e a segunda fração composta de

moléculas de elevado peso molecular e proteínas integrantes da estrutura. Ambas as gomas, de *A. senegal* e *A. seyal*, são polissacarídeos complexos, contêm uma quantidade pequena de material nitrogenado que não pode ser removido através de purificação. A goma arábica dissolve prontamente em água, gerando soluções claras que variam da coloração amarelo muito pálido para laranja dourado, e com um pH de aproximadamente 4,5. Outra grande característica funcional da goma arábica é sua habilidade de agir como um emulsificante para óleos essenciais e aromas. É conhecido que os componentes de alta massa molecular ricos em proteínas são adsorvidos preferencialmente na superfície das gotas de óleos.

As cadeias de polipeptídeos e hidrofóbicos adsorvem e ancoram as moléculas na superfície, enquanto que os blocos de carboidrato inibem a floculação e coalescência por fenômeno de repulsão eletrostática e estérica. Já que 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. Por exemplo, para produzir uma emulsão de 20% de óleo de laranja, é necessária uma concentração de cerca de aproximadamente 12% de goma arábica. Uma vez formadas, as emulsões podem permanecer estáveis por longos períodos de tempo (vários meses), sem evidência de ocorrer coalescência. O aquecimento prolongado de soluções de goma arábica leva a precipitação dos componentes proteínicos fora da solução, influenciando assim as propriedades de emulsificação da goma.

A goma arábica contribui na prevenção da cristalização do açúcar em caramelos, bem como na dissolução de essências cítricas nos refrigerantes. Ainda constitui um agente encapsulante muito bom para óleos aromatizantes empregados em misturas em pó para

bebidas, além de aprimorar a textura de sorvetes. Constantemente, é usada em conjunto com outros tipos de polissacarídeos, devido ao fato de apresentar baixas viscosidades quando em pequenas concentrações. A goma arábica, por sua fácil e rápida solubilidade em água, facilita a reconstrução de produtos desidratados e de concentrados de aromas.

Os três grandes campos de aplicações desta goma são confeitos, emulsão de aromas em bebidas e encapsulamento de aromas. Sua maior aplicação é na indústria de confeitos, onde é utilizada em uma grande variedade de produtos, tais como gomas, pastilhas, marshmallows e caramelos.

A goma arábica é usada como emulsificante na produção de óleos aromatizantes concentrados de cola e cítricos, para aplicação em refrigerantes. É capaz de inibir a floculação e a coalescência das gotinhas de óleo durante vários meses; além disso, as emulsões permanecem estáveis por até um ano quando diluídas em até aproximadamente 500 vezes, com água carbonatada adocicada antes do engarrafamento.

Hoje, o microencapsulamento é comumente usado para transformar o aroma de líquidos voláteis para pós, que podem ser incorporados facilmente em produtos alimentícios secos, como sopas e misturas para sobremesa. O processo também torna o aroma estável à oxidação. O encapsulamento envolve a atomização (*spray drying*) da emulsão de um óleo aromático, a qual é produzida usando goma arábica como emulsificante.

Goma karaya

A goma karaya é o produto obtido por secagem das exsudações do tronco e dos ramos de variedades naturais da *Sterculia urens Roxburgh* e de outras espécies do gênero *Sterculia* (família Sterculiaceae), ou de variedades naturais de *Cochlospermum gossypium A. P. de Candolle* e outras espécies do gênero *Cochlospermum* (família Bixaceae).



Goma arábica em pó

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS GOMAS ALIMENTÍCIAS

Nome	Fonte	Usos	Propriedades
Goma guar	Sementes de <i>Cyamopsis tetragonolobus</i>	Espessante e estabilizante para sorvetes, lácteos.	Dispersa em água fria ou quente. Não gelifica. Possui alta viscosidade em baixas concentrações.
Goma locusta	<i>Ceratonia siliquo</i> da família Leguminosae	Estabilizante de emulsões, espessante de sorvetes e lácteos. Encapsulante.	Dispersa em água fria ou quente. Sinergismo com carragena. Não gelifica.
Goma arábica	Exsudado da <i>Acacia Senegal</i> e outras espécies da família Leguminosae	Estabilizante de emulsões e encapsulante.	Bastante solúvel em água. Devido a seu baixo peso molecular e estrutura ramificada, forma soluções pouco viscosas.
Goma adraganta	Exsudado de <i>Astragalus gummifer Labillardier</i> , ou de espécies asiáticas de <i>Astragalus</i> da família Leguminosae	Estabilizante de emulsões e espessante.	Em água forma soluções altamente viscosas, mesmo em baixas concentrações. Resistente a ação de ácidos. É uma das poucas gomas exsudadas de cor quase branca.
Agar	Algas marinhas do gênero <i>Gelidium</i>	Gelificante para doces, massas e carnes.	Insolúvel em água fria, solúvel em água em ebulição. Forma géis bastante firmes em temperatura ambiente. Seus géis são termorreversíveis.
Carragena	Algas vermelhas da família Rhodophyceae: <i>Chondrus crispus</i> e <i>Gigantina mamillosa</i>	Gelificante para lácteos. Espessante e estabilizante em molhos e sopas.	Solúvel em água a 80°C. Gelifica com K ⁺ , formando géis termorreversíveis.
Alginato	Algas marrons, como <i>Laminaria digitata</i> e <i>Macrosystis purifera</i>	Gelificante em lácteos, estabilizante e espessante.	Insolúvel em água fria. Solúvel em soluções alcalinas. Forma géis com Ca ⁺² e Al ⁺³ .
Goma karaya	Exsudado da planta <i>Sterculia urens</i>	Espessante de lácteos. Estabilizante de emulsões.	Pouco solúvel em água. Absorve grandes quantidade de água. Substitui a goma adraganta.
Goma xantana	Produto da fermentação de um substrato contendo D-glicose com <i>Xanthomonas campestris</i>	Estabilizante e espessante. Muito usada em molhos para saladas.	Solúvel em água fria ou quente. Solução viscosa pouco afetada pelo pH ou pela temperatura. Não gelifica. Comportamento pseudoplástico.

A goma karaya foi usada como emulsificante, estabilizante e agente espessante por muitos anos e, da mesma forma que no caso da goma adraganta, a sua demanda está diminuindo. Muitas aplicações tradicionais foram substituídas por gomas de menor custo, ou por *blends* desses hidrocolóides. Não obstante, em aplicações especiais, a goma karaya continua sendo o hidrocolóide escolhido.

A goma karaya é um polissacarídeo fortemente ácido, com boa estabilidade em preparações ácidas. É composta por unidades de ácido D-galacturônico, L-ramnose e D-galactose e cadeias laterais de ácido D-glucurônico. O conteúdo total de resíduo ácido urônico na goma pode ser de até 35% a 40%. Os resíduos de açúcar restantes são neutros. Aproximadamente 1% dos componentes proteínicos também são ligados à estrutura, mas as composições de aminoácidos variam muito com as diferentes espécies. A goma karaya comercial contém



Goma karaya

aproximadamente 30% a 43% de ácido galacturônico, 13% a 26% de galactose e 15% a 30% de ramnose, após hidrólise ácida. O cálcio e o magnésio são os principais cátions unidos ao ácido urônico na estrutura da goma. A goma karaya tem um conteúdo de ramnose muito maior do que as outras gomas exsudadas comercializadas. A estrutura da goma karaya é apresentada na Figura 1.

A goma karaya é a menos solúvel das gomas comerciais e forma verdadeiras soluções apenas em concentrações muito baixas (<0,02% em água fria, 0,06% em água quente), mas dispersões coloidais altamente viscosas podem ser produzidas em concentrações de até 5%, dependendo da qualidade.

A goma karaya é compatível com a maioria das gomas, bem como com proteínas e carboidratos. As aplicações da goma karaya são baseadas principalmente em sua viscosidade estável em

condições ácidas (embora menos do que a goma adraganta, é um substituto barato para esta), excelente absorção de água e propriedades de aderência. Seu maior consumo está na indústria farmacêutica e também é mais usada em cosméticos do que em alimentos. As principais aplicações alimentícias são:

Molhos: É usada em molhos e chutneys, onde sua alta viscosidade e suas propriedades de estabilidade em suspensões e aos ácidos são interessantes. Com níveis de uso de 0,6% a 1,0%, pode-se obter uma consistência

lisa, uniforme e boa suspensão. Devem ser evitadas altas temperaturas e altas velocidades de agitação. Em coberturas, a goma karaya é usada como estabilizante para aumentar a viscosidade em emulsão O/A, prevenindo ou reduzindo a velocidade de separação. Às vezes, é usada em combinação com a goma arábica para aumentar a estabilidade da emulsão em tais aplicações.

Sorvetes e sobremesas congeladas: Sozinha, em concentração de 0,2% a 0,4%, ou a 0,15% com 0,15% de LBG,

estabiliza sorvetes e sorbets, prevenindo a formação de grandes cristais de gelo e a migração de água ou sinérese, devido a sua excelente propriedade de ligação de água. Também ajuda a controlar o *overrun* e minimiza o encolhimento.

Laticínios: Tem efetivas propriedades de estabilização de espuma e pode ser usada como estabilizante para impedir que chantilly, cremes batidos e outros produtos aerados desmoronem. Devido às suas propriedades de absorção de água, a karaya é usada em pós para merengue, para permitir o preparo de um maior volume de merengue com uma quantidade fixa de proteína. Em pastas à base de queijo, com a adição de 0,8% ou menos, a goma karaya é usada para prevenir a separação de água e aumentar a untabilidade do produto. Sua natureza ácida não apresenta nenhum problema nessas aplicações.

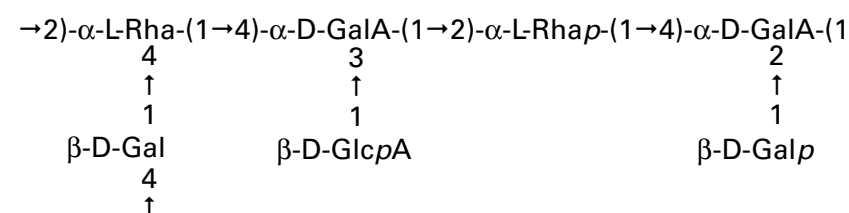
Produtos cárneos: Em concentração de aproximadamente 0,3%, é usada em salsicharia e produtos à base de carne moída, para melhorar a adesão entre as partí-

culas de carne e reter água durante a preparação e o armazenamento. Proporciona uma melhora no corpo, textura e aparência lisa, além de emulsificar a proteína, gordura e umidade nos produtos.

Produtos de panificação: Pode ser usada para melhorar a tolerância com relação a variações em adição de água e tempo de mistura.

Alimentos saudáveis (health foods): A goma karaya pode ser usada como um suplemento dietético em alimentos saudáveis.

FIGURA 1 - ESTRUTURA DA GOMA KARAYA



Goma adraganta



Goma adraganta

Tal como a goma arábica, a goma adraganta é conhecida e usada há milhares de anos. É o produto obtido depois da secagem das exsudações do tronco e dos ramos de espécies naturais da *Astragalus gummifer Labillardiere* ou de outras espécies asiáticas de *Astragalus* (família Leguminosae). Embora o gênero *Astragalus* inclua mais de 2.000 espécies, comercialmente a goma adraganta é obtida de duas espécies, *Astragalus gummifer Labillardiere* e *Astragalus Microcephalus Willd.*

A goma adraganta foi usada como estabilizante, emulsificante e espessante nas indústrias de alimentos, farmacêuticas, de cosméticos e em aplicações técnicas por muitos anos. Hoje, a goma xantana substitui a goma adraganta na maioria de suas aplicações mais tradicionais e, ademais, apresenta melhor relação custo-benefício e maior estabilidade de preço. A goma xantana ainda tem a vantagem de apresentar uma qualidade constante e ser virtualmente estéril, como resultado de seu próprio processo de fabricação. Mesmo assim, ainda existem algumas aplicações nas quais a goma adraganta não pode ser substituída com a mesma performance pela xantana.

A goma adraganta é um polissacarídeo complexo, ligeiramente ácido, ligado com pequenas proporções de proteína, e com traços de amido e material celulósico. Cálcio, magnésio e potássio são os cátions associados. Apresenta várias cadeias que podem agregar-se a sua estrutura paralelamente ao comprimento de seu eixo central.

Tem peso molecular de cerca de 840.000 Dalton.

A goma adraganta é considerada como emulsificante bifuncional; é o emulsificante natural mais eficiente para emulsões ácidas O/A. Não somente age como espessante na fase aquosa, mas também diminui a tensão interfacial entre o óleo e a água. Tem um balanço hidrofílico-lipofílico (HLB) com valor de 11,9, mas acredita-se que este HLB pode variar de 11 a 13,9, dependendo da qualidade da goma usada.

A adraganta é compatível com outros hidrocolóides, bem como com carboidratos e com a maioria das proteínas e gorduras.

Como a maioria dos hidrocolóides solúveis em água fria, a goma adraganta tem tendência a formar grumos. A superfície destes grumos, por sua vez, forma uma barreira, a qual impede a completa hidratação. Uma preparação rápida de soluções de goma requer uma dispersão uniforme. A solução de adraganta alcança lentamente seu pico de viscosidade em água fria, após um período de cerca de uma noite. O tamanho da partícula afeta a taxa de hidratação, sendo que quanto mais grosso o tamanho da malha, mais lenta será a taxa de hidratação. A temperatura e a concentração da preparação também têm efeito na viscosidade.

A goma adraganta foi muito usa-

da como estabilizante, espessante, emulsificante e agente de suspensão em várias aplicações, baseado em sua alta viscosidade em baixas concentrações, boas propriedades de suspensão, alta e pouco comum estabilidade no calor e acidez e efetivas propriedades emulsificantes. Também é de fácil manipulação, tem paladar cremoso e longo *shelf life*. Suas maiores aplicações alimentícias são:

Molhos e molhos para saladas líquidos. A goma adraganta é largamente usada como espessante e estabilizante em muitos molhos de consistência líquida ou semi líquida para engrossar a fase aquosa e prevenir a coalescência das gotículas de óleo. Por razões semelhantes, é usada em molhos, bases de condimento, pepinos em conserva, licores, maionese, molho de mostarda, molho de churrasco e muitos outros produtos de baixo pH, para torná-los mais cremosos, com visual mais natural, com longa vida útil e boa estabilidade em geladeiras. Em molhos de salada de baixa caloria, onde o conteúdo de óleo é de aproximadamente 1% a 5%, é utilizado um alto nível de goma (0,5% a 1,2%) para estabilizar a emulsão; quando não é usado nenhum óleo, usa-se a goma adraganta para simular o paladar e corpo, normalmente propiciados pelo uso de óleo. Boa estabilidade ácida, propriedade de emulsificação natural, bem como longa vida útil, tornam a goma adraganta muito útil em con-



Balas de goma: uma das principais aplicações das gomas alimentícias

dimentos e produtos do tipo molhos, onde o vinagre e o óleo são ingredientes essenciais. Normalmente, o nível de uso é de 0,4% a 0,8%, dependendo do conteúdo em óleo.

Óleos e emulsões aromatizadas. A goma adraganta, em combinação com a goma arábica, produz uma emulsão com aroma óleo cítrico de qualidade superior, isto ocorre também com outros tipos de emulsões ácidas O/A. É usada em emulsões de óleo de peixe para emulsificar as

purês de frutas e aromas, proporcionando uma aparência e transparência brilhantes e um paladar cremoso, bem como boa vida útil. Em recheios para tortas congeladas, a goma adraganta provê claridade e brilho, e age como espessante se usada em conjunto com amido.

Refrigerantes. Em bebidas cítricas, a goma adraganta age como agente espessante e propicia boa palatabilidade e estabilidade, devido a sua boa resistência a ambiente ácido.

arábica, a goma ghatti também possui boas propriedades emulsificantes, devido à presença de proteínas. Em solução é mais viscosa do que a goma arábica, porém menos adesiva. É produzida e utilizada em pequenas quantidades.

A resina brota naturalmente da árvore e a colheita é iniciada nos meses de janeiro e fevereiro, sendo a maior em abril. É uma resina sem odor, do tamanho de uma avelã ou uma noz, normalmente em forma de lágrimas. A coloração do exsudato varia de luminosa a marrom escuro com, geralmente, menos de 1 cm de diâmetro.

A goma ghatti é um polissacarídeo complexo, de alto peso molecular, cuja estrutura e peso molecular ainda não são bem determinados. Aparentemente, trata-se de um sal cálcico de um polissacarídeo ácido. Consiste principalmente em L-arabinose, D-galactose, D-mannose, D-xilose e ácido D-glucurônico e traços, menos de 1%, de 6-deoxihexose.

Não dissolve em água, dando uma solução clara, mas forma uma dispersão coloidal; cerca de 90% da goma fica em suspensão. Na verdade, não forma um verdadeiro gel. Forma soluções viscosas em concentrações de 5% ou mais, apresentando um comportamento tipicamente não-newtoniano. Pode-se dizer que a goma ghatti é uma goma moderadamente viscosa, entre a goma arábica e a goma karaya. Este perfil de viscosidade lhe confere um estatuto único no espectro dos hidrocolóides. As propriedades emulsificantes da goma ghatti são excelentes e consideradas como melhores do que da goma arábica e, por este motivo, ela pode ser usada em sistemas de manipulação mais difícil.

Pode formar soluções viscosas em preparados hidroalcoólicos com até 25% de álcool.

Depende muito de quando foi colhida, ou seja, de há quanto tempo foi retirada da árvore! A viscosidade de uma solução a 5% é de cerca de 100 a 500 cps, mas é afetada pelas condições climáticas e de crescimento e da época da colheita, bem como do tempo e forma de estocagem. A viscosidade pode diminuir depois de armazenada por mais de seis meses. Todos esses

imponderáveis explicam o porquê do produto ter uso bastante limitado, uma vez que o seu comportamento é também bastante incerto.

As soluções com goma ghatti são sensíveis aos álcalis e alcançam uma viscosidade máxima entre pH 5 e 7, máximo 8. A adição de minerais e sais orgânicos causa uma queda de viscosidade da solução.

As soluções de goma ghatti requerem conservantes, já que são sujeitas aos ataques microbianos. Podem ser facilmente preservadas com glicerina e propileno glicol, bem como com ácido benzóico ou benzoato de sódio em concentração de 0,1%.

A goma ghatti é compatível com outros hidrocolóides, bem como com proteínas e carboidratos.

A principal função da goma ghatti é de propiciar estabilidade através de suas propriedades emulsificantes e de agente de liga. Em muitos casos, age de forma similar a goma arábica e pode ser útil em emulsões de bebidas, onde consegue formar emulsões bastante firmes com produtos difíceis de trabalhar.

Pequenas quantidades são usadas como emulsificante em óleos aromáticos.

GOMAS EXTRAÍDAS DE SEMENTES DE PLANTAS TERRESTRES

O segundo grande grupo de gomas são as galactomanas, obtidas das sementes de certas plantas, tais como a goma locusta e a goma guar.

Goma locusta, jataí ou LGB

A goma locusta, também conhecida como jataí, LGB ou caroba, é um polissacarídeo neutro composto de manose e galactose em relação 4:1, cujo peso molecular oscila ao redor de 300.000. É isolada de sementes de uma leguminosa da subfamília Caesalpinaceae (*Ceratonia siliqua*) que cresce no Mediterrâneo.

Insolúvel em água fria, fornece máxima viscosidade após aquecimento a 95°C e posterior resfriamento. Isoladamente não forma gel, mas pode fazê-lo com xantana e carragena tipo Kappa.

Atua como espessante, estabilizante de emulsões e inibidor de sinérese. De-

vido ao caráter neutro é estável em pH de 3,5 a 11.

Pode ser usada para elaboração de molhos, sopas, cremes, sorvetes, produtos cárneos, enlatados e queijos.

Goma guar

A goma guar é obtida do endosperma da *Cyamopsis tetragonolobus*. Possui alto peso molecular, é formada de cadeia linear de manose (β -1,4) com resíduos de galactose como cadeias laterais, na



Goma Guar

proporção de uma unidade de galactose para duas de manose. Quanto maior a relação molar galactose/manose, maior a solubilidade em água fria. A cadeia pode ser reduzida por processos de despolimerização (hidrólise, oxidação enzimática, degradação térmica), originando produtos com diferentes propriedades para aplicações específicas. O peso molecular é da ordem de 1.500.000 a 2.500.000.

Não forma gel, mas atua como espessante e estabilizante. Forma dispersões altamente viscosas quando hidratada em água fria. Suas soluções apresentam propriedades pseudoplásticas (não-newtonianas), não tixotrópicas. A viscosidade de suas soluções aumenta exponencialmente com o aumento da concentração da goma em água fria, sendo influenciada por temperatura, pH, tempo, grau de agitação (cisalhamento), tamanho da partícula da goma e presença de sais e outros sólidos. É instável a pH muito baixo. A baixas concentrações, confere cremosidade. Sob condições normais exibe excelentes propriedades gelo-degelo.

A goma guar é compatível com outras gomas, amidos, hidrocolóides e agentes geleificantes, aos quais pode ser associada para enriquecer a sensação

tátil bucal, textura e para modificar e controlar o comportamento da água em alimentos.

É indicada para uso no preparo de sorvetes, cremes, produtos à base de queijo, molhos, sopas e produtos de panificação. Em combinação com outros hidrocolóides, como goma carragena ou goma jataí, é utilizada para prevenir a formação de cristais durante ciclos de congelamento/descongelamento, conferindo estrutura cremosa e macia ao produto. Em produtos com baixo teor de glúten proporciona massa com excelentes propriedades de filme.

Comercialmente é disponível em faixas de viscosidade de 3.000 a 6.000 cps para soluções a 1%, em várias granulometrias e velocidades de hidratação. Uma variedade recentemente desenvolvida é a goma para viscosidade ultra baixa, o que permite seu emprego em concentrações mais elevadas, sem aumentar a viscosidade do produto. Essa modalidade de goma guar é obtida por um processo de despolimerização termo-mecânica, que garante a integridade da relação manose:galactose. A viscosidade de uma solução a 1% é de 50 a 100 cps, e o peso molecular é da ordem de 350.000 a 700.000.

Da mesma forma que as pectinas, polissacarídeos da aveia, psillium e sementes de leguminosas, a goma guar apresenta efeito hipocolesterolêmico. O valor calórico é de 0,15 a 0,25kcal/g.

GOMAS EXTRAÍDAS DE PLANTAS MARINHAS

Os alginatos, a goma agar e a goma carragena são extratos de algas vermelhas e marrons, que em conjunto, são conhecidas como algas (*seaweeds*, em inglês).

Os alginatos

Alginatos são polissacarídeos que se encontram na proporção de 30% a 60% das algas marinhas pardas (base seca), e situam-se nas paredes celulares e espaços intramoleculares dessas plantas. Naturalmente, o ácido alginico das algas marinhas forma sais com características gelatinosas ao combinar-se com os minerais da água do mar. A Figura 2 mostra a



Sorvete: uma das aplicações da goma adraganta

vitaminas hidrossolúveis, como as A, D, E com aromas ácidos e outros suplementos de nutrientes. O nível utilizado é de aproximadamente 0,8% a 1,2%.

Sorvetes, picolés e sorbets. Em níveis de uso de 0,2% a 0,5%, a goma adraganta pode ser usada como estabilizante para satisfazer as exigências de corpo e textura; estas qualidades serão mantidas durante o armazenamento, minimizando a formação de cristais, induzidos por flutuações de temperaturas no congelador. Quando usada em picolés, sorvetes de frutas, sorbets e similares, a goma adraganta previne a migração de xaropes ou corantes durante o armazenamento, quando usado em nível de aproximadamente 0,5%.

Recheios para panificação e confeitaria. Pode ser usada para estabilizar recheios e coberturas que contêm frutas,

Confeitos. É usada como espessante em balas recheadas com creme à base de frutas. A goma adraganta pode ser usada em formulações de chiclete, em combinação com gelatina, para dar uma textura mastigável e coesa. Pode ser usada como agente de liga em tabletes de fruta, balas de gomas e pastilhas, para prover uma consistência desejada, boa palatabilidade e liberação de aroma.

Goma ghatti

A goma ghatti é um exsudato de uma árvore nativa da Índia chamada localmente de dhawa ou dhava, e que pertence à família das Combretaceae, tendo como nome científico *Anogeissus latifolia*.

Seu comportamento é muito semelhante ao da goma arábica, sendo utilizada para substituí-la em momentos de escassez. Da mesma forma que a goma



Algas marinhas de onde se obtém os alginatos

FIGURA 2 – ESTRUTURA MOLECULAR DOS ALGINATOS



estrutura molecular dos alginatos.

A maior vantagem dos alginatos é o seu comportamento em soluções aquosas. Uma variedade de cátions se combina com os grupos carboxílicos dos alginatos.

Em uma primeira fase, uma solução de alginato viscoso tem uma propriedade de fluxo laminar propício para espessamento. Nesta etapa, o alginato tem um comportamento pseudoplástico (cisalhamento final).

Como resultado da gelificação, se obtém um gel suave e elástico com os alginatos onde predomina o ácido manurônico (M), enquanto onde predomina o ácido gulurônico (G) obtém-se um gel firme e quebradiço, apresentando características tixotrópicas. Rigidez dos géis dos produtos fabricados se adapta ao mesclarem os alginatos M e G na proporção desejada. O cálcio bivalente Ca^{2+} se encaixa nas estruturas de ácido

gulurônico como uma caixa de ovo.

Dado que um gel de alginato está composto por uniões iônicas geradas por reações entre grupos carregados negativamente da molécula do alginato e cátions bivalentes e polivalentes, não se rompe quando o gel sofre tratamento térmico, ou mesmo esterilização, ou quando se aplicam processos de congelamento e descongelamento.

O alginato de sódio é altamente compatível com água, apesar de que é necessário prestar atenção a uma dissolução adequada para evitar a formação de grumos.

A viscosidade de uma solução aquosa do alginato de sódio depende direta-



Algas marinhas

mente do peso molecular proveniente do grau de polimerização.

A viscosidade de uma solução aquosa de alginato de sódio aumenta logaritmicamente à medida que aumenta a concentração do alginato de sódio.

A viscosidade diminui à medida que aumenta a temperatura.

Ao baixar o pH da solução ocasiona-se uma transição gradual do ânion solúvel do alginato de sódio a um algínico insolúvel e aumenta-se um pouco a viscosidade. A um pH menor do que 2, o alginato de sódio se transforma completamente e precipita na forma de ácido algínico.

Um eletrólito inorgânico, como o NaCl, que libera cátions monovalentes, atua para reduzir a viscosidade de uma solução aquosa de alginato de sódio, devido ao aumento da força iônica da solução.

Além dos íons de cálcio, as proteínas lácteas têm forte interação com os alginatos pela presença de cargas positivas quando em faixa de pH variável de 6 a 7, o que amplia sua excelente performance técnica em produtos lácteos.

Os sorvetes foram um dos primeiros produtos onde o alginato de sódio teve aplicação na indústria de alimentos, com a finalidade de reduzir a formação de cristais de gelo e produzir uma textura lisa e macia.

Preparados de frutas para iogurtes, bebidas lácteas e recheios forneáveis são outras aplicações muito conhecidas dos alginatos de sódio. As mais recentes aplicações são os reestruturados cárneos, frutas e vegetais, coberturas e cremes para confeitaria, empanados, e como agente antiaglomerante em massas frescas.

Goma agar

O agar, também conhecido como agar-agar ou agarose, é um hidrocolóide extraído de diversos gêneros e espécies de algas marinhas vermelhas, da classe *Rodophyta*, onde ocorre como carboidrato estrutural na parede das células. Tais algas que contém o agar são

denominadas agarófitas.

O teor de agar nas agarófitas varia de acordo com as condições do mar: concentração de dióxido de carbono, tensão de oxigênio, temperatura da água e intensidade de radiação solar. As principais espécies de valor comercial são as agarófitas dos gêneros *Gracilariaceae*, *Gelidium* (*Gelidiaceae*), *Pterocladia* (*Gelidiaceae*) e *Ahnfeltia* (*Phyllophoraceae*); existem outras, tais como a *Acanthopheltis japonica*, *Ceramium hypnaeoides* e *C. boydenii*, por exemplo. Os principais países produtores de agar são o Chile, a Espanha e o Japão.

Em seu estado natural, o agar ocorre como carboidrato estrutural da parede celular das algas agarófitas, existindo na forma de sais de cálcio ou uma mistura de sais de cálcio e magnésio. É uma



Goma agar

mistura heterogênea de dois tipos de polissacarídeos: a agarose, um polímero neutro, e a agarpectina, um polímero com carga sulfatado. A agarose, fração geleificante, é uma molécula linear neutra, essencialmente livre de sulfatos, que consiste de cadeias repetidas de unidades alternadas β -1,3 D-galactose e α -1,4 3,6-anidro-L-galactose (veja Figura 3). A agarpectina, fração não geleificante, é um polissacarídeo sulfatado (3% a 10% de sulfato) composto de agarose e porcentagens variadas de éster sulfato, ácido D-glucurônico e pequenas quantidades de ácido pirúvico. A proporção destes dois polímeros varia de acordo com a espécie da alga, sendo que a agarose é o componente principal, representando cerca de 70% do total.

O agar pode apresentar-se em diversas formas: pó, flocos, barras e fios. Para aplicações industriais, o agar em pó é

o mais utilizado. As formas de flocos, barras e fios são mais utilizadas para fins culinários.

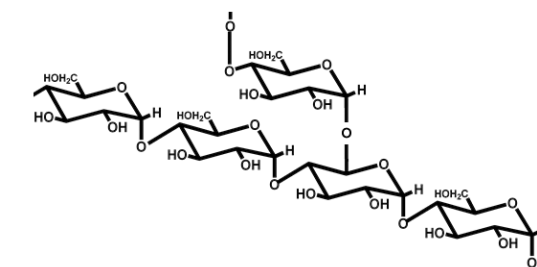
O agar é insolúvel em água fria, porém expande-se consideravelmente e absorve uma quantidade de água de cerca de vinte vezes o seu próprio peso, formando um gel não-absorvível, não-fermentável e com importante característica de ser atóxico. Possui em sua composição, principalmente, fibras e também sais minerais (P, Fe, K, Cl, I), celulose, anidrogálatose e uma pequena quantidade de proteínas. Sua dissolução em água quente é rápida e pode-se observar a formação de um gel firme a concentrações tão baixas quanto 0,5%. O agar em pó seco é solúvel em água e outros solventes a temperaturas de 95°C a 100°C.

A fração geleificante do agar possui uma estrutura de dupla hélice. Esta estrutura agrega-se para formar uma estrutura tridimensional que retém as moléculas de água nos seus interstícios, formando assim géis termorreversíveis. A propriedade de geleificação do agar é devida aos três átomos de hidrogênio equatorial nos resíduos de 3,6-anidro-L-galactose, que limitam a molécula para formar uma hélice. A interação das hélices causa a formação do gel.

No que se refere ao poder de geleificação, o agar é notável dentre os hidrocolóides. O gel de agar pode ser obtido em soluções muito diluídas contendo uma fração de 0,5% a 1,0% de agar.

O gel é rígido, possui formas bem definidas e pontos de fusão e geleificação precisos. Ademais, demonstra claramente os interessantes fenômenos de sinérese (exsudação espontânea da água de um gel que está em repouso) e histerese (intervalo de temperatura entre as temperaturas de fusão e gelificação). A geleificação ocorre a temperaturas muito abaixo da temperatura

FIGURA 3 – ESTRUTURA QUÍMICA DA AGAROSE



de fusão. Uma solução de 1,5% de agar forma um gel ao ser resfriado para uma temperatura de 32°C a 45°C e a fusão de tal gel não ocorre à temperaturas inferiores a 85°C. Este intervalo de histerese é uma propriedade do agar que encontra uma variedade de usos em aplicações alimentícias. A força de gel do agar é influenciada pelos fatores de concentração, tempo, pH e conteúdo de açúcar. O pH afeta notadamente a força de gel do agar: o decréscimo do pH diminui a força de gel. O conteúdo de açúcar também tem um efeito considerável sobre o gel de agar, pois seu aumento resulta em um gel com maior dureza, porém com menor coesão.

A viscosidade de uma solução de agar é influenciada e dependente da fonte da matéria-prima. A viscosidade à temperaturas acima do seu ponto de geleificação é relativamente constante em pH de 4,5 a 9,0 e não é muito afetada por idade ou força iônica dentro da gama de pH de 6,0 a 8,0. Entretanto, iniciada a geleificação, à temperatura constante, a viscosidade aumenta com o tempo.

A viscosidade de uma solução de agar a temperatura constante e concentração igual é uma função direta do peso molecular médio. A viscosidade raramente excede 10 a 15 cps, em concentração de 1% e 60°C a 90°C. Geralmente, a viscosidade é menor a medida que a força do gel aumenta. O peso molecular médio do agar varia entre 8,000 até mais de 100,000.

Uma solução de agar possui uma carga levemente negativa. A sua estabilidade depende de dois fatores: hidratação e carga elétrica. A remoção de ambos os fatores resulta na floculação do agar. Soluções de agar expostas a altas temperaturas por períodos prolongados

podem se degradar, resultando na diminuição da força de gel após a diminuição da temperatura e a formação deste. Este efeito de diminuição da força de gel é intensificado com o decréscimo do pH. Portanto, deve-se evitar a exposição de soluções de agar a altas temperaturas e pH menores de 6,0 por períodos

prolongados.

Uma solução de agar em água forma um gel característico com temperatura de fusão de 85°C a 95°C e temperatura de gelificação de 32°C a 45°C. Esta propriedade física torna-o consideravelmente útil como ingrediente aditivo em diversas aplicações na indústria alimentícia, como produtos lácteos (sorvetes, pudins, flans, iogurtes, leite fermentado); doces e confeitaria (balas de goma, marron glacê, geléia de mocotó, geléia fantasia, bananada, doces em massa, confeitos, sobremesa tipo gelatina, merengues); produtos cárneos (patês, produtos enlatados de peixe, frango e carne); bebidas (clarificação e refinação de sucos, cervejas, vinhos e vinágras); e panificação (cobertura de bolos, recheio de tortas, massas de pão).

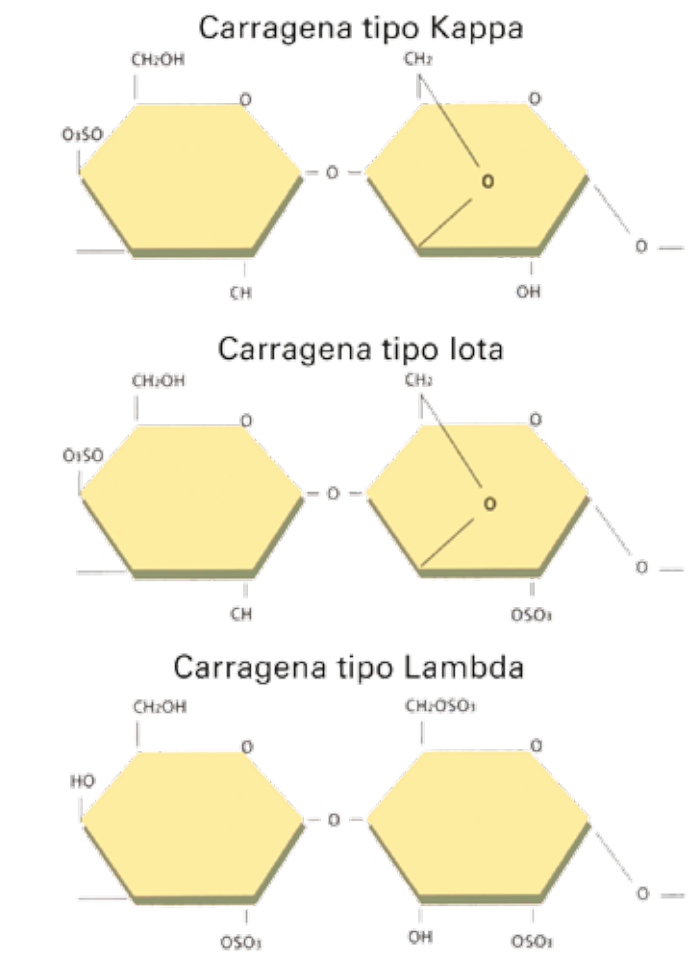
O agar é normalmente comercializado sob a forma de pó ou como tiras de algas secas. Tem um aspecto esbranquiçado e semi translúcido.

Goma carragena

As carragenas são um grupo de polissacarídeos naturais que estão presentes na estrutura celular de algas do tipo Rodophyceae. As principais variedades utilizadas para a extração de carragena são as *Gigartina*, *Chondrus* e *Iridaea*, pertencentes à família *Gigartinaeae*, que crescem em águas frias, e as *Euchema* e *Hypnea*, pertencendo, respectivamente, às famílias *Solieriaceae* e *Hypneaceae*, as quais nascem em águas mais quentes. As *Gigartinaeae* produzem carragenas do tipo Kappa (κ) e Lambda (λ), enquanto as *Solieriaceae* produzem carragenas do tipo Kappa (κ) e Iota (ι). A Figura 4 mostra a estrutura das carragenas.

A espécie mais conhecida de carragena é a *Chondrus crispus* (*Irish moss*). Hoje, outras algas ver-

FIGURA 4 – ESTRUTURA DAS CARRAGENAS



melhas estão dominando em importância como matéria-prima para fabricação de carragena, ampliando o espectro das propriedades que podem ser alcançadas. Essas espécies importantes são as *Euchema cottonii* e *Euchema spinosum*, ambas da família das Solieriaceae, algas de águas mais quentes. Servem para produzir as carragenas do tipo Kappa (κ) e Iota (ι).

A carragena forma géis termorreversíveis em presença de potássio (ι e κ) ou de cálcio (ι), adotando estrutura helicoidal. O mecanismo de geleificação se faz por intermédio de hélices duplas que tendem a agregar-se, formando a rede tridimensional necessária à formação do gel. A Lambda (λ), por ser altamente sulfatada, não forma gel, atuando apenas como espessante, mas é utilizada pela capacidade emulsificante e pelas qualidades sensoriais semelhantes às das gorduras. Absorve até 30 vezes seu peso em água. As três formas são

solúveis em líquidos quentes, mas com o cuidado de prevenir embolotamento, e a forma λ é solúvel em líquidos frios. As formas κ e ι são solúveis em líquidos frios somente na forma de sais de sódio. A máxima estabilidade das soluções está a pH 9,0 e não deve ser processada a quente a pH inferior a 3,5. A pH superior a 6,0 resiste às condições normais de esterilização. A estabilidade da forma Iota a processos de gelo-degelo é superior à das demais formas.

A carragena atua como emulsificante, geleificante, estabilizante, mantém partículas em suspensão, controla fluidez e confere sensação tátil bucal de gordura. É utilizada em associação com outras gomas para obtenção de características desejadas. Por exemplo, a adição de goma xantana a Kappa carragena torna o gel mais elástico, macio e coeso. O emprego de mistura das formas Ka-

papa e Iota permite atender requisitos de textura do gel. Em produtos cárneos atua como ligante e estabilizante.

Uma das mais significativas propriedades da carragena é a capacidade de se combinar com proteínas, originando estruturas alimentícias modificadas. A micela de caseína possui regiões de forte carga positiva. Esta carga interage com os grupos sulfato, negativamente carregados, da molécula de carragena. Outra forma de interação é através de pontes entre o grupo éster sulfato da goma e resíduos carboxílicos dos aminoácidos que compõem a proteína. Esta interação aumenta sinergicamente a consistência do gel em cerca de 10 vezes.

A interação carragena-proteína é altamente dependente do pH do sistema e do ponto isoelétrico da proteína. Quando a gelatina e a carragena são utilizadas juntas em um sistema a pH superior ao ponto isoelétrico da gelatina, a carragena aumenta a temperatura de fusão do

gel sem influenciar significativamente a sua textura. Em produtos lácteos previne a separação de gordura, proteína e da camada aquosa, originando produtos com excelente textura. Forma-se um sistema tixotrópico no qual partículas insolúveis permanecem suspensas, o que estabiliza a emulsão e previne a separação do creme.

Outra importante propriedade que distingue as carragenas dos demais hidrocolóides é a capacidade de manter permanentemente em suspensão partículas insolúveis. A dispersão pode ocorrer à baixa temperatura ou a temperaturas de processamento asséptico.

As aplicações da carragena estão concentradas na indústria alimentícia, podendo ser divididas em sistemas lácteos, aquosos e bebidas.

Sobremesas do tipo gelatina. O poder geleificante das carragenas Iota e Kappa, em combinação com LBG clarificado, permite obter uma grande variedade de texturas. Esses tipos de sobremesas são estáveis a temperatura ambiente e não necessitam de refrigeração para sua elaboração e endurecimento. Pode-se produzir sobremesas do tipo gelatina, totalmente transparente e com textura fresca e agradável ao paladar.

Sucos de frutas. O uso de carragena do tipo Kappa II e/ou Lambda propicia maior estabilidade na polpa e confere maior corpo à bebida, dando assim uma sensação mais agradável ao paladar. O pH das bebidas deve ser superior a 3,5 e o processo não deve envolver condições extremas de calor, porque nessas condições a carragena perderá parte de sua viscosidade.



Algas marinhas vermelhas de onde se obtém a carragena

Geléias e marmeladas. As carragenas Kappa II e Iota são normalmente utilizadas pelas suas propriedades geleificantes e espessantes. As carragenas, em combinação com os açúcares das frutas, apresentam a vantagem de ter uma textura mais estável durante a fase de estocagem.

Carnes processadas. Devido às suas excelentes propriedades de retenção de água, as Kappa I e II e a Iota são amplamente usadas para melhorar a textura e corte de derivados de carnes, cujo processo envolva aquecimento. Também são regularmente usadas em produtos processados a frio e onde há injeção de salmoura, como presuntos e outros. As Kappa II e Iota também são empregadas como liga para controle de umidade e como substituto de gordura em produtos recompostos à base de carne, ave ou peixe, tais como hambúrgueres, nuggets e salsichas.

Sobremesas geleificadas de leite. Nos mais variados tipos de sobremesas geleificadas de leite é comum o uso de blends de diferentes tipos de carragenas, especialmente Kappa II e Lambda. A textura do produto final pode variar em termos de dureza, cremosidade, coesão e elasticidade, dependendo, principalmente, do blend utilizado. Amidos ou outros espessantes podem ser usados em conjunto com as carragenas.

Produtos lácteos. As carragenas do tipo Kappa II são comumente usadas em leites achocolatados para estabilizar a mistura e manter o cacau em suspensão. Blends de Kappa II e Lambda são também usados em leites aromatizados para dar corpo e palatabilidade. Nos leites

fortificados atuam como agente estabilizante das gorduras e proteínas adicionadas. Nos leites reconstituídos, evaporados e cremes espessos, usa-se carragena para dar corpo, estabilizar e deixar uma melhor sensação ao paladar.

Emulsões lácteas. A carragena Kappa é utilizada

em sorvetes como estabilizante secundário para ajudar no controle das propriedades de derretimento, retardar a formação de cristais de gelo e para evitar a separação do soro. Tanto em *milk shakes* quanto em cremes montados, tipo chantilly, as carragenas são usadas para estabilizar as emulsões e espumas.

Produtos lácteos fermentados. Nos queijos processados e similares, as carragenas propiciam maior resistência à estrutura formada pela caseína, melhoram as características de textura e proporcionam maior cremosidade quando necessário. Na fabricação de iogurtes e bebidas à base de leite fermentado, as carragenas Kappa ajudam a estabilizar e espessar o iogurte e as polpas de frutas adicionadas a esses produtos.

Produção de cerveja. A utilização da carragena tipo Kappa ajuda na clarificação do caldo de lúpulo e permite uma floculação seletiva das proteínas insolúveis, resultando assim em uma cerveja mais cristalina.

GOMAS OBTIDAS A PARTIR DE PROCESSOS MICROBIOLÓGICOS

O quarto grande grupo de gomas é constituído pelas gomas produzidas por algumas espécies de xantomonas e pseudomonas, que apresentam propriedades pouco comuns no que diz respeito à textura.

Goma xantana

A xantana é um polissacarídeo de alto peso molecular (200.000) produzido por fermentação de *Xanthomonas campestris*. A estrutura química da goma xantana consta de uma espinha dorsal celulósica (ligação β -1,4) substituída em resíduos de glicose, alternados por cadeia lateral de triassacarídeos. Contém D-glucose, D-manose e ácido glucurônico (veja Figura 5). O valor calórico (0,5kcal/g) é muito baixo, porque somente cerca de 15% é digerido.

A goma xantana é facilmente solúvel em água quente ou fria, produzindo alta viscosidade. Não é solúvel na maioria dos solventes orgânicos. É estável em temperaturas de 0°C a 100°C (inclusive frente a microondas) na faixa de pH de 1 a 13. É estável também em ciclos

de gelo-degelo, sem a ocorrência de sinérese. Apresenta excelente estabilidade a variações de pH, a cisalhamento prolongado, temperaturas elevadas e microondas. As soluções de goma xantana são pseudoplásticas. Esta característica é importante para liberação do sabor, sensação bucal e estética do produto.

A goma xantana atua como espessante, estabilizante e, em associação com outras gomas, proporciona textura lisa e cremosa a alimentos líquidos, com qualidade superior à das demais gomas e carboximetilcelulose. Mesmo a baixas concentrações apresenta alta viscosidade, a qual não é afetada pela temperatura. Uma propriedade de grande interesse prático é que soluções de goma xantana apresentam viscosidades

As aplicações da goma xantana incluem molhos para salada, geléias (previne sinérese), substitui ovos (clara), produtos cárneos, enlatados, confeitos e sopas. As propriedades pseudoplásticas facilitam a produção de queijos e patês.

Goma gelana

A goma gelana é obtida por fermentação em cultura da *Pseudomonas elodea*. A goma possui um esqueleto linear de unidades repetidas dos monossacarídeos 1,3 β-D-glucose, 1,4 β-D-ácido glucurônico, 1,4 β-D-glucose, 1,4 α-L-ramnose. Glucose, ácido glucurônico e ramnose estão presentes em relação molar 2:1:1. É um polieletrólito devido à presença do ácido galacturônico.

A goma gelana é um hidrocolóide

a presença de cátions para geleificação à medida que a solução esfria. A concentração dos cátions originará géis termorreversíveis ou termoestáveis. A textura do gel pode ser modificada em função da formulação e do processo de fabricação, para atender funções como texturizar, estabilizar, suspender partículas ou formar filmes. A textura pode ser modificada através da interação com goma guar ou carragena. O processo de gelatinização é afetado pelo peso molecular, origem da goma, concentração do polímero, temperatura e concentração de cátions em solução.

As propriedades viscoelásticas da gelana apresentam como variáveis a temperatura e a concentração da goma.

Os géis de gelana promovem a liberação do sabor das frutas, são lípidos, estáveis na faixa de pH de 3,5 a 8 sob aquecimento

As aplicações estão relacionadas às propriedades espessantes, estabilizantes e geleificantes da goma gelana: glacês, sorvetes, geléias (pode substituir pectina de baixo teor de metoxil ou κ-carragena), recheios de tortas (em substituição a amidos modificados, por formar géis lípidos), e confeitos.

GOMAS OBTIDAS POR MODIFICAÇÃO QUÍMICA DE PRODUTOS VEGETAIS

Destacam-se neste grupo as modificações químicas da celulose e da pectina, que conduzem a obtenção de hidrocolóides com propriedades gelificantes.

Pectinas

A pectina é um hidrocolóide composto de unidades de ácido anidrogálicurônico com graus variáveis de metoxilação. Pectinas contendo menos de 50% de seus resíduos de ácido galacturônico esterificados são consideradas como de baixo teor de metoxil (*low methyl ester pectin* ou *LM pectin*). Pode ser extraída do albedo dos cítricos, de maçãs, sendo de ampla ocorrência entre os vegetais.

O termo pectina é normalmente usado de forma genérica para designar preparações de galacturonoglicanas hidrossolúveis, com graus variáveis de éster metílico e de neutralização



Fontes de pectina

A pectina é um ácido com valor pH de aproximadamente 3,5. Aumentando a relação entre os grupos ácidos dissociados e grupos ácidos não-dissociados. Assim, a tendência para formar géis aumenta fortemente diminuindo-se o pH do sistema. Isto é especialmente evidente nas pectinas ATM que, normalmente, requerem um pH abaixo de 3,5 para formar géis.

As pectinas têm sido usadas tradicionalmente como emulsificante, geleificante, estabilizante e espessante no preparo de uma grande variedade de produtos. Devido a sua versatilidade, a aplicação de pectina é muito ampla: molhos, patês, produtos cárneos, bolos, tortas,

sobremesas geladas, glacês, coberturas, maioneses e queijo.

Gomas celulósicas

As gomas celulósicas são as mais usadas deste grupo, formando uma família de produtos obtidos pela modificação química da celulose, sendo seus exemplos mais importantes compostos por carboximetilcelulose, metilcelulose e hidroximetilcelulose.

A carboximetilcelulose sódica, comumente conhecida como goma celulósica ou CMC, é geralmente utilizada como espessante, estabilizante, gel e modificador das características de fluxo de soluções aquosas ou suspensões.

A metilcelulose e a hidroximetilcelulose são as únicas gomas que gelificam com o calor e depois, ao esfriarem, retornam a sua viscosidade líquida original, o que é muito importante para o uso com alimentos fritos.

Celulose. É o principal componente das plantas e a fonte mais abundante de carboidratos complexos. Apresenta ligações β1,4, que não são hidrolisadas no trato digestivo. Podem ser extraídas purificadas e comercializadas em forma de pó de celulose. O pó de celulose tem estrutura fibrosa e partículas que variam de 15 a 300 μm. O comprimento da fibra depende do processo de manufatura. O vo-

o polímero é dissolvido completamente, é obtida através de fatores físicos ou químicos que tendem a diminuir a solubilidade da pectina, favorecendo a formação de cristalização local. Os fatores mais importantes que influenciam a solubilidade da pectina, ou seja, são temperatura, tipo de pectina, pH, açúcar e outros solúveis, e íons de cálcio. Ao esfriar uma solução quente que contém pectina, os movimentos térmicos das moléculas diminuem e a sua tendência para combinar em uma rede de gel é aumentada. Qualquer sistema que contém pectina em condição potencial de gelificação tem uma temperatura limite acima da qual a gelificação nunca irá ocorrer. Abaixo dessa temperatura crítica as pectinas BTM irão gelificar quase que instantaneamente, enquanto que a gelificação de pectinas do tipo ATM dependerá do fator tempo, ou seja, o tempo necessário para chegar-se à temperatura na qual a gelificação ocorre. Ao contrário das pectinas BTM, os géis formados por pectinas ATM são termorreversíveis.

A associação de cadeias de pectina leva a formação de uma estrutura tridimensional, ou seja, a construção de um gel. Trata-se de tramas largas de sequência regular, as quais se interrompem mediante a incorporação de ramnose e ramificações na cadeia. Duas ou mais tramas da cadeia se sobrepõem mutuamente e interagem reciprocamente.

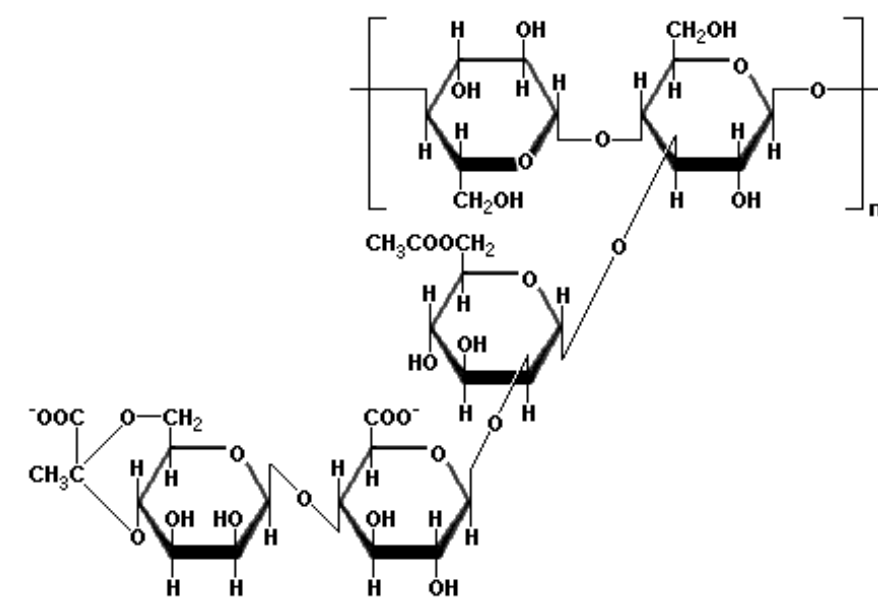
A formação de um gel, estado onde

que são capazes de formar gel. Alguns dos grupos carboxila da pectina estão metilados, alguns estão na forma livre e outros na forma de sais de sódio, potássio ou amônio, mais frequentemente na forma de sódio. Pectinas com grau de metoxilação superior a 50% são denominadas pectinas com alto teor de metoxilas (ATM) e aquelas com grau de metoxilação inferior a 50% são as pectinas com baixo teor de metoxilas (BTM). Em ambos os casos, os grupos carboxilas remanescentes estão presentes como uma mistura na forma de ácidos livres (-COOH) e sais (-COONa+).

O grau de amidação indica a porcentagem de grupos carboxilas na forma amida. Os graus de metoxilação e de amidação influenciam fortemente nas propriedades funcionais, tais como solubilidade, capacidade de gelificação, temperatura e condições de gelificação das pectinas.

Pectinas com teor de grupos metoxílicos superior a 70% são chamadas de pectinas rápidas por gelificar a temperatura mais alta do que as pectinas de mais baixo teor de grupos metoxílicos.

FIGURA 5 – ESTRUTURA DA GOMA XANTANA



muito elevadas à baixa velocidade de cisalhamento e vice-versa.

A goma xantana corresponde a 80% do mercado de gomas nos Estados Unidos, sendo utilizada como substituto de goma tragacanta e goma arábica. É compatível com a maioria dos espessantes comercialmente disponíveis. Apresenta sinérgismo com a goma guar. A viscosidade da mistura é superior à soma das duas. Com a goma jataí ou locusta este sinérgismo é ainda maior. À concentração de 0,2% forma géis termicamente reversíveis. Com amido inibe retrogradação de produtos saponificáveis e aumenta o volume em bolos.

multifuncional com uma série de aplicações: geleificante, texturizante, estabilizante e formador de filmes. Pode ser utilizado para o preparo de géis fluidos empregados na elaboração de molhos e manjares. Estes géis são especialmente úteis para manter partículas em suspensão, como temperos em molhos para saladas.

As propriedades funcionais são manifestadas em concentrações muito baixas: ao nível de 0,05% forma soluções aquosas de baixa viscosidade a elevada temperatura, que sob resfriamento origina géis fortes com excelente claridade. Requer aquecimento para dissolução e

lume ocupado é em torno de 2 a 6 cm³/g.

É capaz de reter várias vezes seu volume de água (3,5 a 10 vezes, dependendo do comprimento da fibra). O efeito da temperatura e do pH sobre a retenção de água é mínimo. Em produtos com baixo teor de gordura melhora a textura e o volume (a adição de 2% a 4% de celulose em bolos promove aumento do volume e da força da massa). Em alimentos fritos, a adição de 0,5% a 1,5% de celulose reduz a absorção de gordura, especialmente quando o comprimento das fibras oscila entre 100 e 300 μm. Paralelamente ao decréscimo na absorção de gordura há um aumento na retenção de umidade, devido a formação de pontes de hidrogênio entre as moléculas de água e fibras de celulose. Por prevenir a sinérese, a celulose previne a desnaturação de proteínas em alimentos congelados. Com exceção das fibras de celulose maiores do que 110 μm, a celulose não apresenta propriedades espessantes quando suspensa em água. O uso de agentes espessantes (goma guar, xantana) sinérgicamente contribui para aumentar a habilidade da celulose em conferir viscosidade.

Estão disponíveis dois tipos de celulose para uso em alimentos: agente de corpo não calórico e ingrediente funcional.

Celulose microcristalina. O material de partida para o gel de celulose é a α-celulose. A fibra de celulose é composta de milhões de microfibrilas, contendo uma região para-cristalina, que é uma massa amorfa e flexível de celulose, e uma região cristalina formada por microcristais em arranjo linear rígido. A matéria-prima vegetal é hidrolisada para liberar a região cristalina, que é posteriormente submetida à atrito para liberar os microcristais, ou através de desintegração úmida em presença de um agente dispersante. Nesse processo podem ser adicionados ingredientes funcionais, como carboximetilcelulose ou goma guar, que mantêm os microcristais em uma rede.

O gel de celulose é um estabilizador/substituto de gorduras derivado da celulose. Proporciona a estrutura e a sensação bucal das gorduras. As propriedades funcionais do gel de celulose

como estabilizante são úteis em formulações com reduzido teor de gordura, onde níveis aumentados de água e ar são utilizados para substituir gorduras.

As principais funções da celulose microcristalina são estabilizar espumas e emulsões, substituir óleos e gorduras, melhorar a adesão em molhos, controlar a cristalização, sinérese e viscosidade, devido as suas propriedades tixotrópicas, manter partículas em suspensão e formar géis termoestáveis. Quando o gel da celulose é disperso em água, forma-se uma dispersão coloidal com partículas de 0,2 μm. Estas partículas simulam a sensação de gordura em uma emulsão óleo em água. As emulsões contendo gel de celulose apresentam características reológicas semelhantes às gorduras e propriedades de fluxo similares a de uma emulsão óleo em água.

Os principais usos da celulose microcristalina incluem queijos, molhos, temperos para saladas, sobremesas geladas e produtos lácteos. Associada a carragena é empregada na formulação de queijos com baixo teor de gorduras (queijos Cheddar com 11% de gordura). A carragena interfere na associação caseína-caseína no coalho, produzindo textura macia e aumentando a deformação. O excesso de carragena afeta adversamente a formação do coalho. As partículas de celulose microcristalina são enredadas no coalho para atuar como barreira física, amaciando-o, à semelhança dos glóbulos de gordura. A celulose microcristalina também é utilizada para substituir a manteiga de cacau em coberturas de chocolate. Uma vez na boca, a transição da gordura do estado sólido ao líquido promove liquefação, liberando o sabor e proporcionando lubrificação e sensação tátil bucal agradável. É necessário substituir a gordura da fase contínua sem afetar a performance da cobertura. Os ingredientes da cobertura são dispersos em uma solução saturada de açúcar contendo celulose microcristalina. As propriedades do sistema açúcar-celulose microcristalina reproduzem as propriedades da gordura.

Derivados de celulose. Modificações químicas da celulose e pectina originam hidrocolóides com propriedades geleificantes: α-celulose, carboxime-

tilcelulose, hidroxipropilcelulose, celulose microcristalina e metilcelulose. O tamanho médio das partículas varia de 20 a 120 μm. Derivados com grau coloidal proporcionam estrutura de gel que estabiliza espumas e emulsões, modificam a textura, contribuem para a viscosidade, controlam a sinérese e o tamanho dos cristais, e mantêm partículas em suspensão.

Devido a capacidade de hidratação em baixas temperaturas, interfere com a formação de cristais de gelo, aumentando a estabilidade gelo-degelo. Metilcelulose e hidroxipropilmetilcelulose são polímeros que formam filmes em soluções e geleificam sob aquecimento, retornando a forma líquida sob resfriamento. Essa propriedade torna o produto especialmente indicado para alimentos fritos, nos quais formam uma barreira que impede a absorção de óleo e retarda a perda de umidade. A transição de solução de gel durante o aquecimento é uma propriedade especial desse tipo de celulose

Um dos mais utilizados derivados é a carboximetilcelulose (CMC), que pode ser encontrada sob várias apresentações, dependendo do tamanho das partículas, grau de substituição, viscosidade e características de hidratação. Soluções de CMC apresentam pseudoplasticidade. A viscosidade das soluções diminui com o aumento da temperatura e são estáveis na faixa de pH de 3 a 11. É utilizada como espessante, estabilizante e em produtos com baixo teor de gorduras como agente de corpo.

Os substitutos conferem polaridade à molécula de celulose, melhoram sua capacidade de hidratação e são responsáveis por suas propriedades de superfície. Essa polaridade na molécula promove a redução da tensão interfacial entre a água e outras fases. Isso permite a formação de filmes fortes, que retém o gás carbônico, confere textura cremosa similar à dos lipídios e contribui para o aumento de volume durante o processo de assar.

As principais aplicações como substitutos de gorduras incluem produtos de panificação, molhos, coberturas e glacês, sobremesas geladas, produtos cárneos, flavorizantes, filmes, frituras, sopas e alimentos estruturados.