

# OS TIPOS DE GOMAS E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA

*O uso das gomas na indústria de alimentos baseia-se principalmente no aproveitamento de suas propriedades funcionais, que estão relacionadas à capacidade de prevenir ou retardar uma série de fenômenos físicos, desempenhando papel importante na estabilidade de muitos alimentos industrializados.*



## DEFINIÇÃO E PROPRIEDADES

As gomas são carboidratos complexos produzidos por uma grande quantidade de plantas e utilizadas comercialmente nos mais diversos setores industriais, com grandes aplicações no ramo alimentício, onde são amplamente utilizadas pelas suas propriedades espessantes e geleificantes. Incluem-se em um amplo grupo de polissacarídeos solúveis em água, procedentes de animais terrestres, marítimos ou de origem microbiana, que tem ampla capacidade de aumentar a viscosidade da solução e formar géis devido ao seu caráter altamente hidrófilo.

A estrutura das moléculas de polissacarídeos presente nas gomas lhes permite ter propriedades significativas. As gomas de origem linear formam soluções mais viscosas do que as de mesmo

peso molecular, além de ocuparem maior espaço, por isso, são comumente usadas na indústria alimentícia como agentes ligantes e espessantes. As gomas ramificadas formam géis com facilidade e são altamente estáveis, visto que as ramificações impedem que ocorram interações intermoleculares. Algumas gomas com ramificações e estrutura linear e longa têm propriedades mistas.

No geral, as propriedades mais importantes de uma solução de goma são a água ligada, viscosidade em termos de gelatinização e capacidade espessante.

As gomas são utilizadas comercialmente nos mais diversos setores industriais, sendo indispensáveis na produção de diversos produtos alimentícios, pois contribuem para o espessamento, gelificação, estabilização, suspensão e formação de filme, além de atuarem como agentes auxiliares de processamento.

## PRINCIPAIS TIPOS DIVERSIDADE DE APLICAÇÕES

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

No grupo das gomas de exsudados de plantas terrestres encontram-se a goma arábica, goma karaya, goma adraçanta e goma ghatti. Entre as gomas extraídas de sementes de plantas terrestres estão a goma locusta, jataí ou LGB e a goma guar. As gomas extraídas de plantas marinhas incluem os alginatos, a goma agar e a goma carragena. Entre as gomas obtidas a partir de processos microbiológicos estão a goma xantana e a goma gelana. E, no grupo das go-

mas obtidas por modificação química de produtos vegetais, destacam-se as modificações químicas da celulose e da pectina, que conduzem à obtenção de hidrocolóides com propriedades gelificantes.

## GOMA ARÁBICA OU ACÁCIA



Usada há mais de 5.000 anos, a goma arábica ou acácia, como também é conhecida, é a mais antiga e a mais conhecida das gomas naturais.

A goma arábica é o exsudado gomoso dessecado dos troncos e dos ramos da *Acacia senegal* ou de outras espécies africanas de acácia, como a *Acacia seyal*. 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 de polissacarídeos, os quais apresentam pouco ou nenhum material nitrogenado (70% da composição da goma), e a segunda fração 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 polipeptídios 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.

**Aplicação:** A goma acácia 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 da goma acácia são confeitos, emulsão de aromas em bebidas e encapsulamento de aromas.

A maior aplicação da goma arábica é na indústria de confeitos, onde é utilizada em uma grande variedade de produtos, tais como gomas, pastilhas, marshmallows e caramelos (toffees).

A goma arábica é estável em condições ácidas, sendo extensamente usada como emulsificante na produção de óleos aromatizantes concentrados

de cola e cítricos, para aplicação em refrigerantes. A goma 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.

## 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* madura e 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).

É um polissacarídeo fortemente ácido, com boa estabilidade em preparações ácidas. Sua forma natural é um polissacarídeo complexo, ramificado, parcialmente acetilato e com elevado peso molecular. Em média, a goma karaya contém aproximadamente 10% a 14% de grupos acetílicos, dos quais forma-se ácido acético livre. Alta temperatura, umidade e o fino tamanho de partícula aumentam a taxa de formação do ácido acético. Os grupos acetílicos são perdidos com o tempo, dando cheiro de ácido acético.

A goma karaya 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 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 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. Devido ao grupo acetila da sua estrutura, a goma karaya não dissolve completamente em água para dar uma solução clara, mas absorve rapidamente a água, formando dispersão coloidal viscosa a baixa concentração. Uma goma em pó fino hidrata muito mais rapidamente do que uma goma mais grossa e resulta em uma solução lisa, homogênea, enquanto que um pó mais grosso produz uma dispersão granulosa.

A goma karaya possui forte habilidade para absorver água e é compatível com a maioria das gomas, bem como com proteínas e carboidratos.

**Aplicação:** As aplicações da goma karaya são baseadas principalmente em sua viscosidade estável em condições ácidas, excelente absorção de água e propriedades de aderência. Suas principais aplicações alimentícias são 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 franceses, 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. Em concentração de 0,2% a 0,4%, ou a 0,15% com 0,15% de LBG, estabiliza sorvetes e sorbet, prevenindo a for-

mação 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 *over-run* e minimiza o encolhimento. Em laticínios, possui efetivas propriedades de estabilização de espuma e pode ser usada como estabilizante para impedir que chantilly, cremes batidos e outros produtos aerados desmoronem. Devido as 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. É usada, ainda, em produtos cárneos, em concentração de aproximadamente 0,3%, em salsicharia e produtos à base de carne moída, para melhorar a adesão entre as partículas de carne e reter água durante a preparação e o armazenamento, bem como proporciona uma melhora no corpo, textura e aparência lisa, além de emulsificar a proteína, gordura e umidade nos produtos; em produtos de panificação, para melhorar a tolerância com relação a variações em adição de água e tempo de mistura; e em alimentos saudáveis (*health foods*), como um suplemento dietético.

#### GOMA ADRAGANTA



Conhecida também como alcatira, traçacante ou traçacanto, a goma adraganta é o produto obtido depois da secagem das exsudações do tronco e dos ramos de espécies naturais da *Astragalus gummifer Labillardière* ou de outras espécies asiáticas de *Astra-*

*galus* (família Leguminosae). Embora o gênero *Astragalus* inclua mais de 2.000 espécies, comercialmente a goma adraganta é obtida de duas espécies, *Astragalus gummifer Labillardière* e *Astragalus Microcephalus Willd.*

As gomas comerciais são obtidas, normalmente, fazendo cuidadosas incisões longitudinais com uma faca na raiz e na casca das ramificações. A de melhor qualidade é insípida, de coloração branca e translúcida, proporcionando uma solução aquosa de alta viscosidade, livre de areia.

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. Após hidrólise ácida, produz açúcares de ácido D-galacturônico, D-galactose, L-fucose (6-deoxi-L-galactose), D-xilose, L-arabinose, L-ramnose.

Quimicamente, a goma adraganta consiste em duas frações: ácido traçacantico ou bassorina, que representa 60% a 70% da goma total, e traçacantina, solúvel em água e que permite a formação de uma solução coloidal hidrossolúvel.

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 de 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.

**Aplicação:** A goma adraganta foi muito usada 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 se concentram em 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 adraçanta 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 adraçanta muito útil em condimentos 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. Em óleos e emulsões aromatizadas, a goma adraçanta,

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 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%. Possui aplicação também em sorvetes, picolés e sorbet; recheios para panificação e confeitaria; refrigerantes; e confeitos.

### GOMA GHATTI

A goma ghatti é o exsudado da árvore *Anogeissus latifolia*, que pertence a família das Combretaceae. Seu comportamento é muito semelhante ao da goma arábica, sendo utilizada para substituí-la em momentos de escassez.

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; é uma resina sem odor, do tamanho de uma avelã ou uma noz, normalmente em forma de lágrimas.

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. Consis-

te 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 as da goma arábica e, por este motivo, pode ser usada em sistemas de manipulação mais difíceis.

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

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 propilenoglicol, 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.

**Aplicação:** 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.

As maiores aplicações não são na indústria alimentícia. Um dos maiores mercados está na emulsificação de ceras.

## GOMA LOCUSTA, JATAÍ OU LGB

A goma locusta, também conhecida como jataí, LGB ou caroba, é isolada de sementes de uma leguminosa da subfamília *Caesalpinaceae* (*Ceratonia siliqua*) que cresce no Mediterrâneo. É um polissacarídeo neutro composto de manose e galactose em relação 4:1, cujo peso molecular oscila ao redor de 300.000. 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. Devido ao caráter neutro é estável em pH de 3,5 a 11.

**Aplicação:** 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 ( $\beta$ -1,4) com resíduos de galactose como cadeias laterais, na 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.

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 moda-

lidade de goma guar é obtida por um processo de despolimerização termomecânica, 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.

**Aplicação:** 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.

## ALGINATOS

Os 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. 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 gularônico (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 gularônico 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 disso-

lução adequada para evitar a formação de grumos.

A viscosidade de uma solução aquosa do alginato de sódio depende diretamente 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 alginato 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 monovalente, 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.

**Aplicação:** Entre suas aplicações usuais estão o uso em sorvetes, produtos lácteos e misturas para bolos. O alginato encontra aplicações também na indústria de bebidas, onde é utilizado para melhorar as características sensoriais destes produtos. Em cervejas estabiliza a espuma e na elaboração de sucos pode ser utilizado para manter os constituintes da mistura em suspensão.

Algumas aplicações promissoras do alginato incluem sua utilização em filmes bioativos para cobertura de alimentos e na elaboração de alimentos reestruturados, onde pode ser utilizado em polpas de frutas, de vegetais e em carnes. A adição de alginato em massas proporciona um melhoramento das propriedades de pasta, modifica as características reológicas e a textura do material, retarda a retrogradação e aumenta a capacidade de hidratação do amido.

## 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 *Rhodophyta*, onde ocorre como carboidrato estrutural na parede das células. Tais algas que contêm 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 *Gracilária* (Gracilariaceae), *Gelidium* (Gelidiaceae), *Pterocladia* (Gelidiaceae) e *Ahnfeltia* (Phyllophoraceae).

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 mistura heterogênea de dois tipos de polissacarídeos: a agarose, um polímero neutro, e a agaropectina, 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  $\beta$ -1,3 D-galactose e  $\alpha$ -1,4 3,6-anidro-L-galactose. A agaropectina, 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.

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 agar é normalmente comercializado sob a forma de pó ou como tiras de algas secas.

**Aplicação:** 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, sorbet, leite gelificado); doces e confeitaria (balas de goma, marrom 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).



## GOMA CARRAGENA

As carragenas são um grupo de polissacarídeos naturais que estão presentes na estrutura celular de algas do tipo *Rhodophyceae*. As principais variedades utilizadas para a extração de carragena são as *Gigartina*, *Chondrus* e *Iridaea*, pertencentes à família Gigartinaceae, e as *Euchema* e *Hypnea*, pertencendo, respectivamente, às famílias Solieriaceae e Hypnaceae. As Gigartinaceae produzem carragenas do tipo Kappa ( $\kappa$ ) e Lambda ( $\lambda$ ), enquanto as Solieriaceae produzem carragenas do tipo Kappa ( $\kappa$ ) e Iota ( $\iota$ ). A espécie mais conhecida de carragena é a *Chondrus crispus* (*Irish moss*), contudo, atualmente, outras algas vermelhas estão dominando em importância como matéria-prima para fabricação de carragena, como as *Euchema cottonii* e *Euchema spinosum*, ambas da família das Solieriaceae, que produzem as carragenas do tipo Kappa ( $\kappa$ ) e Iota ( $\iota$ ).

A carragena forma géis termorreversíveis em presença de potássio ( $\iota$  e  $\kappa$ ) ou de cálcio ( $\iota$ ), adotando estrutura helicoidal. A Lambda ( $\lambda$ ), 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. As três formas são solúveis em líquidos quentes, e a forma  $\lambda$  é solúvel em líquidos frios. As formas  $\kappa$  e  $\iota$  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 Kappa 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 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. 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.

**Aplicação:** As carragenas atuam como emulsificante, geleificante e estabilizante; mantém também partículas em suspensão, controlam a fluidez e conferem sensação tátil bucal de gordura. Permitem alcançar um amplo espectro de texturas; podem dar corpo a um líquido, conferi-lo todos os graus de espessura possível ou, inclusive, deixá-lo no estado sólido. As aplicações da carragena estão concentradas na indústria alimentícia, podendo ser divididas em sistemas lácteos, aquosos e bebidas. Entretanto, diversas outras aplicações de carragena já existem atualmente para uma grande

variedade de aplicações industriais. A carragena possui diversas funções de acordo com a sua aplicação: gelificação, espessamento, estabilização de emulsões, estabilização de proteínas, suspensão de partículas, controle de fluidez e retenção de água. Em 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. Em 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, pois nessas condições a carragena perde parte da sua viscosidade. Em 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. Devido às suas excelentes propriedades de retenção de água, as Kappa I e II e Iota são amplamente usadas em carnes processadas 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. Nos mais variados tipos de sobremesas gelificadas 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. As carragenas do tipo Kappa II são comumente usadas na suspensão e estabilização em produtos lácteos, como leites achocolatados, para estabilizar a mistura e manter o cacau em suspensão. Os 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. Nas emulsões lácteas, a carragena Kappa é utilizada, por exemplo, 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. Em produtos lácteos fermentados, como por exemplo, 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.

### GOMA XANTANA

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

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 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.

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

### GOMA GELANA

Obtida por fermentação em cultura da *Pseudomonas elodea*, a goma gelana é um hidrocolóide multifuncional com uma série de aplicações: geleificante, texturizante, estabilizante e formador de filmes. Pode ser utilizada para o preparo de géis fluidos, especialmente úteis para manter partículas em suspensão. Possui um esqueleto linear de unidades repetidas dos monossacarídeos 1,3  $\beta$ -D-glucose, 1,4  $\beta$ -D-ácido glucurônico, 1,4  $\beta$ -D-glucose, 1,4  $\alpha$ -L-ramnose. Glucose, ácido glucurônico e ramnose estão presentes em relação molar 2:1;1. É um polieletrólito devido à presença do ácido galacturônico.

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 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 gelatina apresentam como variáveis a temperatura e a concentração da goma.

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

**Aplicação:** As aplicações da goma gelatina estão relacionadas às propriedades espessantes, estabilizantes e geleificantes. Pode ser aplicada em glâçes, sorvetes, geléias (pode substituir pectina de baixo teor de metoxil ou  $\kappa$ -carragena), recheios de tortas (em substituição a amidos modificados, por formar géis lípidos) e confeitos.

## GOMAS CELULÓSICAS

As gomas celulósicas formam 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.

A celulose é o principal componente das plantas e a fonte mais abundante de carboidratos complexos. Apresenta ligações  $\beta$ 1,4, que não são hidrolisadas no trato digestivo. Podem 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  $\mu$ m. O comprimento da fibra depende do processo de manufatura. O volume ocupado é em torno de 2 a 6 cm<sup>3</sup>/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  $\mu$ m. Paralelamente ao decréscimo na absorção de gordura há um aumento na retenção 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  $\mu$ m, a celulose não apresenta propriedades espessantes quando suspensa em água. O uso de agentes espessantes (goma guar, xantana) sinergicamente 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.

Já a celulose microcristalina é uma forma da celulose em que a parede celular das fibras das plantas foram fisicamente

fragmentadas. Possui várias aplicações na indústria alimentícia, pois age como controlador de viscosidade, modificador de textura, estabilizador de suspensão, desengordurante, inibidor na formação de cristais de gelo, estabilizador de formas, absorvente de água, agente não adesivo, emulsificador, etc.

A celulose microcristalina para uso alimentício é comercializada em pó, na forma coloidal, e em pasta.

**Aplicação:** 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 re-



produzem as propriedades da gordura.

Já a carboximetilcelulose é aplicada como substituto de gordura em produtos de panificação, molhos, coberturas e glacês, sobremesas geladas, produtos cárneos, flavorizantes, filmes, frituras, sopas e alimentos estruturados.

## PECTINAS

Usadas tradicionalmente como emulsificante, geleificante, estabilizante e espessante no preparo de uma grande variedade de produtos, a pectina é um hidrocolóide composto de unidades de ácido anidrogálgacturônico com graus variáveis de metoxilação. Pectinas contendo menos de 50% de seus resíduos de ácido gálgacturônico 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 gálgacturonoglicanas hidrossolúveis, com graus variáveis de éster metílico e de neutralização 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.

A formação de um gel, estado onde 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, a tendência para a formação de gel, 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.

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.

A pectina é um ácido com valor pK 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.

**Aplicação:** A pectina é, primeiramente, um agente de gelificação, sendo usada para dar textura de geléia a produtos alimentícios. As pectinas são usadas nas indústrias processadoras de frutas, na produção de doces e confeitos, em confeitaria industrial, na indústria láctea, na indústria de bebidas, e em comestíveis finos. Nas indústrias processadoras de frutas, as pectinas são responsáveis, em grande parte, pelas propriedades atraentes das geléias de frutas: geléia lisa, sinérese mínima, superfície brilhante, boa untabilidade, distribuição homogênea das frutas e o gosto típico e naturalmente frutado. Na confeitaria industrial, as

pectinas demonstram suas propriedades únicas e imprescindíveis; é neste tipo de preparação de frutas, resistentes ao cozimento, que elas mostram seus maiores trunfos. Bolos e tortas de frutas, massas com leveduras ou biscoitos, é graças as pectinas que a produção industrial desses produtos ocorre sem problemas. Os recheios, quase que sempre fornecidos em lotes industriais, devem ter para o processo uma consistência elástica, pastosa, de fácil bombeamento e dosagem. Em doces e confeitos, as pectinas dão a textura elástica e estética. Fortalecem naturalmente o aroma da fruta e propicia uma quebra lisa e brilhante. Para o confeitoiro é importante ter uma solubilidade excelente das pectinas e uma “regulação” precisa no que tange a temperatura e tempo de gelificação. As aplicações das pectinas nesse setor são praticamente ilimitadas: pastas de frutas, molhos para sobremesas, recheios tenros e cremosos para bombons de chocolates e açúcar cozido, pastas para revestimentos, etc. Em produtos lácteos, como nos iogurtes de frutas, a pectina confere uma distribuição homogênea das frutas e uma bela superfície lisa. Nos iogurtes com frutas e geléias no fundo do pote é a pectina que assegura a estabilização necessária e, conseqüentemente, a separação entre frutas e iogurte. Nos iogurtes de beber, as pectinas ATM protegem, em pH pouco elevado, as proteínas contra sua desnaturação na ocasião do tratamento térmico, impedindo assim qualquer precipitação ou floculação. Pode-se obter assim um produto estável com propriedades sensoriais ótimas, sem nenhuma perda de qualidade, mesmo após longo período de estocagem. Na indústria de bebidas, as pectinas são particularmente indicadas no preparo de bebidas refrescantes não alcoolizadas. Nessas, o teor de açúcares é total ou parcialmente substituído por diferentes edulcorantes ou associações dos mesmos e a perda de corpo inevitável é compensada pela pectina. Encontra aplicação, ainda, em comestíveis finos, onde o comportamento reológico de molhos finos, catchups, dips, chutneys e outros pode ser perfeitamente controlado pela adição da pectina adequada.