

Carragenas



TIPOS E APLICAÇÃO NOS ALIMENTOS

Extraída de algas marinhas vermelhas, a carragena é um hidrocolóide utilizado em diversas aplicações na indústria alimentícia como espessante, gelificante, agente de suspensão e estabilizante.

DEFINIÇÃO E ORIGEM

A carragena foi descoberta em 1785, na cidade de Carrageen, próxima ao condado de Waterford, ao Norte da Irlanda, onde as algas eram utilizadas para aumentar a viscosidade do leite consumido pela população. Foi inicialmente batizada de *carrageen* ou *irish moss*. Hoje, existem muitas regiões produtoras de algas

espalhadas pelo mundo, como Costa do Marrocos, França, Irlanda, Brasil (Costa do Rio Grande do Norte), Chile, Ásia (Indonésia e Filipinas) e outras. A China é o maior produtor mundial de algas.

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 *Gigartinaceae*, 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 *Gigartinaceae* produzem carragenas do tipo Kappa (κ) e Lambda (λ), enquanto as *Solieriaceae* produzem

carragenas do tipo Kappa (κ) e Iota (ι).

A espécie mais conhecida de carragena é a *Chondrus crispus* (*irish moss*), que cresce ao longo das costas do Atlântico Norte, sendo que as principais áreas de coleta são as províncias marítimas do Canadá, o Estado do Maine, nos Estados Unidos, a Bretanha, na França, e a Península Ibérica. Sua coloração é vermelho escuro e aparenta-se vagamente a maços de salsa. Cresce nas rochas a uma profundidade de até três metros. A maior parte ainda é colhida com um tipo de ancinho, a partir de pequenos barcos. Essas algas são levadas até uma área de secagem ou usina de secagem, onde é retirado cerca de 80% da água. Um pouco menos de 20% de umidade é mantido para preservar a qualidade das algas e facilitar o transporte até a planta de extração.

Hoje, outras algas vermelhas 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*. São algas de águas mais quentes que podem ser encontradas nas costas das Filipinas e da Indonésia. Servem para produzir as carragenas de tipo Kappa (κ) e Iota (ι).

A carragena foi extraída de algas pela primeira vez em 1837. Em 1871,



Chondrus crispus

G. Bourgade patenteou um processo de purificação, mas foi somente nos anos de 1930 que foram construídas as primeiras instalações industriais, na Costa Leste dos Estados Unidos, para suprir comercialmente grandes volumes de extratos de carragenas.

As carragenas possuem a particularidade de formar colóides e géis em meios aquosos a concentrações muito baixas. Esses géis são transparentes e termorreversíveis, tendo uma ampla variedade de texturas, desde muito elásticas e coesas, até géis firmes e quebradiços, dependendo da combinação das frações que se utiliza.

OS PRINCIPAIS TIPOS

A carragena pode ser separada em diferentes tipos: Lambda, Kappa, Iota, Mu e Nu, das quais Lambda, Kappa e Iota são as principais.

As carragenas do tipo Lambda podem atuar como agente espessante a

frio ou a quente, as do tipo Iota e Kappa além de serem amplamente utilizadas como agentes espessantes em produtos que se preparam a altas temperaturas, também permitem a obtenção de géis estáveis em água à temperatura ambiente sem necessidade de refrigeração.

Quimicamente, as carragenas são polígalactanos, polímeros sulfatados de moléculas alternadas de D-galactose e 3-6

anidro-D-galactose (3,6-AG) unidas por ligações $\alpha(1-3)$ e $\beta(1-4)$ glicosídicas. As moléculas de galactose e 3,6-AG encontram-se parcialmente substituídas por grupos sulfato e parcialmente substituídas por grupos sulfato e piruvato, razão pela qual as carragenas apresentam-se geralmente como sais de sódio, potássio ou cálcio. O conteúdo e distribuição dos grupos éster sulfato nessas moléculas são responsáveis pelas diferenças primárias entre os diversos tipos de carragenas. A proporção dessas diferentes frações também varia em função da espécie, do habitat e da época da colheita das algas. Inicialmente, as carragenas foram subdivididas em duas famílias, em função da sua solubilidade em KCl (cloreto de potássio). As frações solúveis foram designadas pelo prefixo Kappa (κ), enquanto que as insolúveis foram chamadas de Lambda (λ).

Mais tarde, as classificações foram baseadas no número, na posição dos agrupamentos sulfatos e na presença



Euchema spinosum



Euchema cottonii

de pontes 3',6'-anidro nos resíduos D- β -galactopiranosilos. Isso levou a quatro grandes famílias: Kappa, Beta, Lambda e Omega.

Porém, a classificação antiga continua sendo a mais usada e as carragenas que possuem importância comercial são divididas em Kappa (κ), Iota (ι) e Lambda (λ).

A posição e o número de grupos de éster sulfato, bem como o conteúdo de 3,6-AG determinam as diferenças primárias entre os tipos de carragena Kappa, Iota e Lambda. Maiores níveis de éster sulfato implicam em menor força de gelificação e baixa temperatura de solubilização. A carragena tipo Kappa contém de 25% a 30% de éster sulfato e de 28% a 35% de 3,6-AG. A carragena tipo Iota contém de 28% a 35% de éster sulfato e de 25% a 30% de 3,6-AG. A carragena tipo Lambda contém de 32% a 39% de éster sulfato e não contém 3,6-AG.

As carragenas Kappa costumam ser divididas em dois tipos: Kappa I e Kappa II. As Kappa I contém entre 24% e 25% de éster sulfato e entre 34% e 36% de 3,6-AG. Devido a esse alto teor de 3,6-AG, essas carragenas formam géis firmes e quebradiços, em água e em leite, com certa sinérese. Oferecem boa retenção de água. As carragenas do tipo Kappa II apresentam um conteúdo entre 24% e 26% de éster sulfato e 32% e 34% de 3,6-AG. Formam géis firmes e elásticos, tanto em água como em leite. Apresentam baixa sinérese e reatividade muito alta com o leite.

O tipo Iota contém entre 30% e 32% de éster sulfato e entre 28% e 32% de 3,6-AG. Forma géis elásticos em água e leite, com baixa sinérese. Apresenta boa estabilidade aos ciclos congelamento-descongelamento.

O tipo Lambda apresenta o maior conteúdo de éster sulfato, aproximadamente 35%, e 0% de 3,6-AG. Pela ausência de 3,6-AG, não gelifica e, devido ao seu alto grau de sulfatação, é a carragena mais solúvel em água e leite frio, propiciando assim uma alta viscosidade.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Entre as principais propriedades da carragena destacam-se a solubilidade, gelificação, viscosidade, estabilidade, reatividade, interatividade e pH. A Tabela 1 apresenta um resumo das propriedades físico-químicas e microbiológicas das carragenas.

Solubilidade

Todos os tipos de carragena são solúveis em água quente a temperaturas acima da temperatura de fusão do gel. A amplitude normal de temperaturas é de 40°C a 70°C, dependendo da concentração e da presença de cátions.

Em água fria, somente a carragena tipo Lambda e os sais de sódio dos tipos Kappa e Iota são solúveis. Os sais de potássio e cálcio das carragenas Kappa e Iota não são solúveis em água fria, porém exibem expansão por hidratação considerável em função da concentração, tipos de cátions presentes, temperatura da água e condições de dispersão.

Todos os tipos de carragena são solúveis em leite quente, porém alguns tipos são intensamente afetados por íons de

cálcio. O resfriamento tende a gelificar a solução. A força de gel e a consistência dependem da concentração da solução e da sensibilidade da carragena aos íons de cálcio.

A carragena tipo Lambda é solúvel em leite frio devido à sua insensibilidade à presença de íons de potássio e cálcio. As carragenas Kappa e Iota são insolúveis em leite frio, porém podem ser utilizadas eficazmente para espessar ou gelificar soluções de leite frio quando usadas em conjunto com um fosfato, como o tetra-sódio pirofosfato (TSPP).

Todos os tipos de carragena são relativamente insolúveis em soluções concentradas de açúcar à temperatura ambiente. Entretanto, as carragenas tipo Kappa e Lambda são solúveis em soluções com até 65% de açúcar a temperaturas superiores a 70°C.

A carragena tipo Iota é de difícil dissolução em soluções concentradas de açúcar a qualquer temperatura.

As carragenas Iota e Lambda são solúveis em soluções concentradas de sal a altas temperaturas (20% a 25% de cloreto de sódio). A carragena Kappa é insolúvel.

Gelificação

Soluções quentes de carragenas Kappa e Iota possuem a habilidade de formar géis termorreversíveis através do seu resfriamento. Esse fenômeno ocorre devido à formação de uma estrutura de dupla hélice pelos polímeros da carragena. Em temperaturas acima da temperatura de fusão do gel, os polímeros da carragena existem na solução como espirais aleatórias.

Durante o resfriamento da solução, uma rede tridimensional de polímeros é formada onde as hélices duplas constituem os pontos de junção das cadeias de polímero. O resfriamento adicional causa a agregação dos pontos de junção para formar a estrutura de gel tridimensional. A presença de algas na cadeia, bem como o número, tipo e posição dos grupos de éster sulfato têm efeitos importantes nas propriedades de gelificação. Esse mecanismo de



gelificação é básico para soluções de carragenas tipo Kappa e Iota. Sais de potássio ou cálcio são necessários para a obtenção do gel em água, porém não são necessários em leite.

As carragenas Kappa e Iota formam gel em água somente na presença de certos cátions. A Kappa carragena é sensível ao íon potássio e produz géis rígidos e quebradiços em soluções aquosas com sais de potássio. O gel de Kappa carragena apresenta sinérese (extrusão espontânea de água através da superfície do gel em repouso) e quanto maior a concentração de potássio na solução maior será a sinérese. A Iota carragena é sensível ao íon cálcio e produz géis macios e elásticos em soluções aquosas com sais de cálcio. A Iota carragena não apresenta sinérese. A força de gel é diretamente proporcional à concentração de carragena e sais. A concentração de cátions superior a um certo limite implicará na diminuição da força de gel. O gel formado é termorreversível e pode ser submetido a ciclos de aquecimento e resfriamento sem considerável alteração na estrutura do gel (pH neutro). As temperaturas de gelificação e fusão do

sal/gel dependem da concentração de cátions. O aumento da concentração de sais de potássio ou cálcio em soluções aquosas resultará no aumento da temperatura de gelificação.

Viscosidade

A viscosidade de soluções de carragena deve ser determinada em condições onde não exista nenhuma tendência de gelificação da solução. Quando uma solução quente de carragena é resfriada, a viscosidade aumenta gradualmente até que seja atingida a temperatura de gelificação. À medida que se inicia a formação do gel, há um aumento repentino e intenso da viscosidade. Portanto, a medida de viscosidade de soluções de carragena deve ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75°C) para evitar o efeito da gelificação. A concentração de carragena na solução é em geral de 1,5% em peso do volume de água. As carragenas disponíveis comercialmente apresentam em geral viscosidades variando de 5 a 800cps, medidas a 75°C em soluções de 1,5% de carragena. A viscosidade de soluções de carragena depende da concentração, temperatura, presença de outros solventes, tipo de carragena e

peso molecular. Maior peso molecular, maior concentração ou diminuição da temperatura da solução aumentam consideravelmente a viscosidade.

Estabilidade

A solução de carragena é bastante estável em pHs neutros ou alcalinos. Entretanto, pHs baixos afetam a sua estabilidade, especialmente a altas temperaturas. A diminuição do pH causa a hidrólise do polímero da carragena, resultando na diminuição da viscosidade e da força de gelificação. Entretanto, uma vez formado o gel, mesmo a pHs baixos (3,5 a 4,0) não há mais ocorrência da hidrólise e o gel permanece estável. Para aplicações práticas, é importante estar atento às limitações da carragena em meios ácidos (solução e gel). O processamento de soluções de carragena com pH baixo a altas temperaturas por um tempo prolongado deve ser evitado.

Reatividade

Uma das propriedades que diferenciam a carragena de outros hidrocolóides é a sua habilidade de interagir com as proteínas do leite. A alta reatividade

TABELA 1 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS	
Propriedades físico-químicas	
Aparência	Pó amarelado
Granulometria	Mesh 200
Umidade	máx. 18%
Absorção de água	máx. 75 c.c.
Proteína bruta	0,50% - 0,70%
Gordura bruta	0,30% - 0,50%
Cinzas brutas	máx. 15%
Materiais orgânicos estranhos	máx. 1,0%
Materiais insolúveis estranhos	máx. 1,0%
Sal pH 1,5% a 20°C	7,0 a 10,0
Força de gel, água, sal 1,5%, 0,2% KCl, 20°C	500 a 1.200g/cm2
Força de gel, água, sal 1,5% a 20°C	100 a 350g/cm2
Força de gel, leite, sal 0,5% a 20°C	500 a 2.000g/cm2
Viscosidade água, sal 1,5% a 75°C	30 a 300cps
Ponto de fusão	50°C - 70°C
Ponto de gelificação	30°C - 50°C
Solubilidade	Água em ebulição
Propriedades microbiológicas	
Contagem de aeróbios totais < 5.000 UFC/g	
E. coli	Ausente
Salmonella	Ausente
Contagem coliformes totais	< 100 UFC/g

Análise efetuadas pelo método 3M Petrifilm

da carragena no leite deve-se à forte interação eletrostática entre os grupos de éster sulfato negativamente carregados da molécula da carragena, com a micela de caseína do leite que possui regiões de forte carga positiva. Outra forma de interação é através de pontes entre grupos de éster sulfato da carragena com resíduos carboxílicos dos aminoácidos que compõem a proteína. A reatividade com proteínas depende de muitos fatores, como concentração de carragena, tipo de proteína, temperatura, pH e ponto isoelétrico da proteína. Esse fenômeno de interação e reatividade da carragena com as proteínas do leite, em combinação com sua habilidade de formar gel e reter água, torna-o um ingrediente eficaz para a estabilização e gelificação de produtos lácteos.

Interatividade

A Kappa carragena apresenta uma sinergia incomum com a goma de alfarroba (LBG) em sistemas aquosos. O gel obtido da mistura de carragena com LBG apresenta um considerável aumento de força de gel, melhora na capacidade de retenção de água, redução de sinérese e uma alteração da textura do gel de quebradiça para elástica.

A Iota carragena apresenta sinergia com os amidos. Um sistema que contenha uma mistura de Iota carragena e amido apresenta um aumento de viscosidade até 10 vezes superior à viscosidade de um sistema que contenha somente o amido.

Desta forma, a carragena Iota torna-se muito útil para a alteração de textura, palatabilidade e propriedades de processo de sistemas baseados em amido.

As carragenas do tipo Kappa I e II são altamente reativas com as proteínas do leite, em particular com a Kappa caseína. A alta reatividade da carragena no leite deve-se a forte interação eletrostática entre os grupos sulfatos, negativamente carregados, da molécula de carragena com a micela da caseína que possui regiões de forte carga positiva. Outra forma de interação é através de pontes entre o grupo éster sulfato da goma e resíduos carboxílicos dos aminoácidos que compõem a proteína. Ambos os mecanismos ajudam a estabilizar as emulsões à base de leite e observa-se

que essas interações aumentam sinergicamente a consistência do gel em cerca de 10 vezes.

As carragenas Kappa e Iota apresentam forte interação com os íons de potássio e cálcio, respectivamente. A presença deles aumenta a dureza, a fragilidade, a temperatura de gelificação e a sinérese de seus géis em água. Os sais de sódio não afetam a textura desses géis. Os sais de sódio e potássio de polifosfatos e citratos ajudam na solubilidade das carragenas em soluções frias e quentes, diminuindo a viscosidade devido ao fato deles sequestrarem os íons divalentes. Além disso, ajudam a manter a estabilidade das carragenas em meios ácidos.

pH

Os géis e soluções à base de carragena são estáveis em pH entre 4 e 12. A ação combinada de temperatura e acidez pode gerar uma degradação das carragenas, provocando assim a hidrólise do conjunto, e tendo como resultado uma perda de viscosidade e dureza. A máxima estabilidade das soluções está a pH 9,0 e não se deve processá-las a quente com pH inferior a 3,5. A pH 6,0 ou superior, as soluções contendo carragenas resistem a condições normais de processo, como no caso de esterilização de latas de alimentos à base de peixe e carne para pet foods. Em sistemas ácidos recomenda-se adicionar às carragenas o mais tarde possível no processo ou antes da operação de enchimento.

PROCESSAMENTO

As carragenas podem ser refinadas (gel claro, transparente, alto grau de pureza) ou semi refinadas (gel opaco, com muita celulose e fibra, baixo grau de pureza). Para carragenas semi refinadas, o processo de produção é sempre o mesmo. Para carragenas refinadas existem três métodos atualmente empregados: *drum drying*, precipitação por álcool e gel press.

Como já mencionado, a carragena é obtida de diversos gêneros e espécies de algas marinhas da classe Rodophyta. O teor de carragena nas algas varia de 30% a 60% do peso seco, dependendo da espécie da alga e das condições

marinhas, tais como luminosidade, nutrientes, temperatura e oxigenação da água. Algas de diferentes espécies e fontes produzem carragenas dos diferentes tipos (Kappa, Iota e Lambda). Algumas espécies de algas podem produzir carragenas de composição mista, como Kappa/Iota, Kappa/Lambda ou Iota/Lambda. As espécies produtoras de carragena tipo Kappa são a *Hypnea Musciformis*, a *Gigartina Stellata*, a *Eucheuma Cottonii*, a *Chondrus Crispus* e a *Iridaea*. As espécies produtoras de carragena tipo Iota são a *Gigartina Teedi* e a *Eucheuma Spinosum*. As espécies produtoras de carragena tipo Lambda são em geral do gênero *Gigartina*.

O processo de extração para produção industrial da carragena é baseado nas suas duas principais propriedades, que são a solubilidade em água quente e a insolubilidade em solvente orgânico polar. O processo industrial se compõe de várias fases, sendo as principais o tratamento inicial, a extração, filtração/clarificação, concentração, moagem e *blending*.

Antes de qualquer processamento deve-se eliminar todas as impurezas possíveis, tais como sais, areias, conchas, etc. A lavagem é seguida pela operação de secagem em estufa e moagem para otimizar o contato entre as algas e os solventes nas diversas operações subsequentes. Nessa fase também ocorre a despigmentação; as algas moídas são tratadas com acetona, álcool fervendo e éter para solubilizar as gorduras no intuito de extrair parte importante dos pigmentos.

As carragenas são compostos muito solúveis em água e esta propriedade é aproveitada na fase de extração. Depois das algas serem lavadas, para tirar as impurezas, a extração da carragena é efetuada com água em altas temperaturas, em processo denominado de *hot extract*.

As algas moídas são aquecidas em água a 90°C, com pH ligeiramente alcalino (8-9), no qual as carragenas são supostas como estáveis. Neste pH é possível aumentar o rendimento em carragenas, desagregando as ligações entre as carragenas e as proteínas.

Um pH ácido ou básico demais pode destruir as moléculas de carragenas, por

hidrólise do polímero ou por eliminação do agrupamento sulfato em C₆ e formação de uma ligação anidra.

No processo de filtração/clarificação, o extrato aquoso quente passa por um primeiro estágio de filtração mais grosseira para retirar os resíduos das algas. Em um segundo estágio, adiciona-se um auxiliar de filtração, como a terra diatomácea, por exemplo, sendo filtrado sob pressão.

Desse polimento se obtém um xarope transparente contendo carragena em solução.

O processo de purificação é baseado na capacidade das carragenas em formar um precipitado. No processo de concentração, o xarope obtido na etapa anterior passa por um procedimento de precipitação que pode ocorrer seja na presença de um excesso de álcool, por precipitação dos polissacarídeos na forma de polímeros, eliminando-se assim as pequenas moléculas; seja de forma mais seletiva, pela adição de íons metálicos. Isso pode ser feito com a adição de um sal quaternário de amônio (por exemplo, brometo de cetiltrimetilamônio ou CTAB) ou pela adição de uma solução diluída de KC₁.

Após secagem por evaporação a vácuo, o produto é moído até obter-se um pó branco ou bege claro, com o tamanho de partículas desejado. O pó obtido é inodoro e insípido.

Antes de ser comercializado, o produto passa por uma etapa (*blending*) na qual é diluído com a adição de açúcares e misturado com sais para alcançar as características gelificantes e espessantes oferecidas por cada marca ou produto.

Obviamente, nas várias fases da produção existem operações de controle de processo destinadas a garantir a qualidade do produto acabado.

APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

As carragenas atuam como emulsificante, gelificante e estabilizante; mantém também partículas em sus-

ensão, controlam a fluidez e conferem sensação tátil bucal de gordura.

As carragenas 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. Em altas temperaturas, as carragenas apresentam baixa viscosidade, facilitando assim o seu processamento e manuseio.

As carragenas Lambda atuam como



espessante, tanto em processos a frio quanto a quente. As Iota e Kappa II são também amplamente usadas como agentes espessantes em produtos que passam por processamento a quente. As carragenas Iota e Kappa produzem géis estáveis em água, a temperatura ambiente, não havendo necessidade de refrigeração. Dependendo do *blend* de carragenas utilizado, uma grande variedade de textura de gel pode ser conseguida, desde coeso e muito elástico até duro e quebradiço.

O poder de gelificação das carragenas é muito maior no caso do leite do que na água. Devido a sua interação com a caseína do leite, com a metade da concentração que seria usada em água, obtém-se no leite uma textura similar.

As carragenas Kappa são excelentes

agentes retentores de água devido a sua alta capacidade de absorver água e formar géis. Essa capacidade lhes permite reter a água ou umidade natural de produtos que foram sujeitos a processamento térmico.

As carragenas são indicadas para estabilizar as emulsões e espumas devido a sua alta capacidade de formar matrizes 3-D e sua forte interação eletrostática.

Em certas aplicações, suas propriedades espessantes tixotrópicas ajudam a estabilizar emulsões, inibindo a coalescência e posterior separação das fases.

No leite, as carragenas Kappa em concentração muito baixa produzem a formação quase imperceptível de um gel, o que permite manter sólidos em suspensão sem conferir muita viscosidade à bebida láctea.

As aplicações de 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 gelificante 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,

TABELA II - APLICAÇÕES TÍPICAS DE CARRAGENAS EM ÁGUA

Uso	Função	Tipos de carragena	Quantidade (%)
Géis para sobremesa	Gelificação	Kappa+lota	0,50 a 1,00
Geléias de baixo valor calórico	Gelificação	Kappa+lota	0,50 a 1,00
Géis para produtos de consumo à base de peixe	Gelificação	Kappa+goma de alfarroba Kappa+lota	0,50 a 1,00
Xaropes	Suspensão, encorpamento	Kappa, Lambda	0,30 a 0,50
Sucos de frutas e concentrados em pó	Encorpamento, efeitos de polpamento	Kappa, Lambda-sódio Kappa, potássio/cálcio	0,10 a 0,20 0,10 a 0,20
Temperos, molhos para pizza etc.	Encorpamento	Kappa	0,20 a 0,50
Leite	Encorpamento, estabilização de gorduras	lota, Lambda	0,50
Crems para café	Emulsão, estabilização	Lambda	0,10 a 0,20
Crems tipo chantilly	Estabilizar emulsão, espalhar	Kappa, lota	0,10 a 0,30
Pudins (não lácteos)	Estabilização de emulsão	Kappa	0,10 a 0,30

TABELA III - APLICAÇÕES TÍPICAS DE CARRAGENAS EM LEITE (LATICÍNIOS)

Uso	Função	Tipos de carragena	Quantidade (%)
Gelificante de leite			
Flans ou cremes cozidos	Gelificação	Kappa, Kappa+lota	0,20 a 0,30
Crems preparados a frio (c/ TSPP adicionado)	Espessamento/gelificação	Kappa, lota, Lambda	0,20 a 0,30
Pudins e recheios de tortas (à base de amido); mistura seca cozida c/ leite	Gelatinização do teor do amido	Kappa	0,10 a 0,20
Produtos prontos para consumo	Controle de sinérese, encorpamento	lota	0,10 a 0,20
Produtos batidos			
Crems batido	Estabilizar espalhamento	Lambda	0,05 a 0,15
Crems batido em embalagem tipo "spray"	Estabilizar espalhamento, estabilizar emulsão	Kappa	0,02 a 0,05
Leites preparados a frio			
Leites aromatizados	Suspensão, encorpamento	Lambda	0,10 a 0,20
Shakes	Suspensão, encorpamento, estabilizar espalhamento	Lambda	0,10 a 0,20
Leites acidificados e sobremesas congeladas			
Iogurte	Encorpamento, suspensão de frutas	Kappa+goma de alfarroba	0,20 a 0,50
Sorvete, leite congelado	Evitar perda de soro e controle de fusão	Kappa	0,010 a 0,030
Produtos à base de leite pasteurizado			
Chocolate, egg-nog aromatizados com sabor de fruta	Suspensão, encorpamento	Kappa	0,025 a 0,035
Leite desnatado	Encorpamento	Kappa, lota	0,025 a 0,035
Leite reconstituído	Estabilização de emulsão, encorpamento	Kappa, lota	0,025 a 0,035
Mistura cremosa para requeijão	Consistência	Kappa	0,020 a 0,035
Produtos à base de leite esterilizado			
Achocolatados etc.	Suspensão, encorpamento	Kappa	0,010 a 0,035
Calorias controladas	Suspensão, encorpamento	Kappa	0,010 a 0,035
Evaporados	Emulsão, estabilização	Kappa	0,005 a 0,015
Fórmulas para bebês	Estabilização de gorduras e proteínas	Kappa	0,020 a 0,040

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 gelificantes 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 as 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.

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

As Tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, as aplicações de carragenas em água e em leite.

O MERCADO DE CARRAGENAS

O maior produtor mundial de carragenas são as Filipinas, com capacidade de produção anual de 34.500 toneladas. As Filipinas são responsáveis por 80% do abastecimento mundial. As fontes mais comuns são a *E. cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*, *K. striatum*) e *E. spinosum* (*Eucheuma denticulatum*) que, juntas, representam cerca de 75% da produção mundial.

O consumo de algas está sujeito à regulamentação específica e os detalhes de sua composição química e as variações entre as espécies são necessárias para obtenção de autorização para seu uso na alimentação humana. A França foi o primeiro país europeu a estabelecer regulamentação específica sobre o uso de algas marinhas para consumo humano. As algas na Espanha são consideradas como novos alimentos e para efeito de controle o limite máximo de contaminantes que apresentam foram incluídas no grupo de vegetais enlatados (RD 2420/78), mas não há regulamentação específica para os produtos derivados de algas e seu consumo é limitado.

As algas vermelhas são eficientes na produção de polissacarídeos sulfatados, como as carragenas e o ágar que chegam a representar mais de 70% do seu peso e têm razoável valor comercial.

A carragena é usada na produção de alimentos, principalmente pelas indústrias de laticínios (iogurtes, flans, sorvetes, achocolatados) e embutidos (salsichas, presuntos), para a fabricação de gelatinas e geleias, e como espessante em molhos e sopas.

Os alimentos respondem por 70% a 80% da produção mundial de carragena, estimada em cerca de 45.000 toneladas métricas por ano, sendo destinado 45% para os produtos lácteos e 30% para a carne e seus derivados. O mercado total de carragenas foi estimado em 300 milhões de dólares/ano.



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

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.