



Universidade Norte do Paraná

CENTRO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LEITE E DERIVADOS

Giovanna Koppenhagen Fagundes

**DESENVOLVIMENTO DE UM *MIX* DE CARRAGENAS PARA
ADIÇÃO EM CREME DE LEITE**

DESENVOLVIMENTO DE UM *MIX* DE CARRAGENAS PARA ADIÇÃO EM CREME DE LEITE

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Leite e Derivados.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Christiane Maciel
Vasconcellos Barros De Rensis

Londrina
2014

GIOVANNA KOPPENHAGEN FAGUNDES

**DESENVOLVIMENTO DE UM *MIX* DE CARRAGENAS PARA ADIÇÃO EM
CREME DE LEITE**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Leite e Derivados.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Christiane Maciel Vasconcellos Barros De Rensis
Universidade Norte do Paraná

Prof^a Dr^a Joice Sifuentes dos Santos
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr^a. Lina Alegro
Universidade Norte do Paraná

Londrina, 29 de Agosto de 2014.

Dedico este trabalho ao meus pais que sempre me ensinaram que o melhor caminho é o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço professora Christiane, pela orientação neste trabalho.

A colega de mestrado Marisa, pelo auxílio na realização do experimento.

Às técnicas de laboratório Flávia e Kelly, pela colaboração durante o uso do laboratório.

As minhas amigas de mestrado Nataly e Bia, por todo companheirismo e amizade construída durante esses 2 anos.

A minha família pelo apoio, e por sempre me auxiliar nas melhores escolhas.

Ao meu noivo, que sempre esteve ao meu lado, me dando apoio e incentivo, e entendendo minha ausência.

Aos meus amigos, por sempre me apoiarem e incentivarem minhas decisões.

"Faça dos seus caminhos do tamanho dos seus
sonhos." (Sérgio Fernandes Cardoso)

FAGUNDES, G. K. **Desenvolvimento de um *mix* de carragenas para adição em creme de leite**. 2014. 38 p . Trabalho de Conclusão do Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2014.

RESUMO

As carragenas são polissacarídeos pertencentes a classe dos hidrocóloides utilizados na indústria alimentícia como espessantes, geleificantes agentes de suspensão e estabilizantes. O uso das carragenas no creme de leite se faz necessário devido à manutenção das características reológicas do produto, como textura e a sinérese. A aplicação das carragenas no creme de leite pasteurizado foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura em 2012, permitindo a adição de 0,5% de estabilizantes. Neste trabalho desenvolveu-se um *mix* de carragenas kappa e iota para adição em creme de leite pasteurizado com teor de gordura de 45%. As combinações das carragenas kappa e iota utilizadas foram definidas através de um delineamento estatístico adotando um planejamento fatorial 2^2 onde foram realizados 11 experimentos com combinações e concentrações diferentes. Os cremes de leite foram analisados quanto à composição físico-química, perfil de textura instrumental e capacidade de retenção de água. Os cremes de leite se encontraram dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação nacional. Na análise do perfil de textura os parâmetros considerados foram dureza, elasticidade, adesividade, coesividade e gomosidade. Os resultados encontrados em relação aos parâmetros de dureza e gomosidade foram em relação a maiores concentrações de carragena kappa, para os maiores resultados de dureza e gomosidade quando comparados ao mesmo tratamento com concentração maior de carragena iota. , Os tratamentos com menores concentrações das gomas apresentaram resultados maiores para o parâmetro adesividade . Para os resultados de CRA não houve diferença entre os resultados para as concentrações utilizadas.

Palavras-chave: Carragena-kappa. Carragena-iota. Textura

FAGUNDES,G.K. **Development of a carrageenan mix to be added in milk cream.** 2014. 38p. Trabalho de Conclusão de Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados – Universidade Norte do Paraná, Cidade, 2014.

ABSTRACT

Carrageenans are polysaccharides from the class of hydrocolloids used in the food industry as thickening , gelling and suspending agents and as stabilizers. The use of carrageenan in cream is necessary in order to maintain rheological characteristics of the product, such as texture and syneresis. The application of carrageenan in pasteurized cream was regulated by the Ministry of Agriculture in 2012, allowing 0.5% of stabilizers to be added. In this work we developed a mix of kappa and iota carrageenan for addition in pasteurized cream with 45% fat content. The combinations of kappa and iota carrageenan used were defined through a statistical design adopting a factorial design 2² where 11 experiments with different combinations and concentrations were performed. Milk cream were analyzed for physico-chemical composition, instrumental texture profile and ability to retain water. The creams were within the physical-chemical standards established by national legislation. In the analysis of texture, the profile parameters considered were hardness, elasticity, adhesiveness, cohesiveness and gumminess. The results regarding the parameters of hardness and gumminess were, compared to higher concentrations of kappa carrageenan for the greatest results of hardness and gumminess as compared to the same treatment with the highest concentration of iota carrageenan. Treatment with lower concentrations of the gums showed better results for the adhesion parameter. For the results of CRA no difference between the results was shown for the concentrations used.

Key words: Kappa-carrageenan. Iota carrageenan. Texture.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | |
| 2.1 CARRAGENA..... | 13 |
| 2.2 CREME DE LEITE | 16 |
| 3 ARTIGO | 18 |
| 4 CONCLUSÃO GERAL | 37 |
| 5 REFERÊNCIAS | 38 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a indústria de produtos lácteos aliada aos novos e ingredientes alimentícios vem gerando interesse no desenvolvimento de novos produtos e na melhoria de produtos já existentes.

O consumo do creme de leite pasteurizado aumentou consideravelmente na última década, justificando a utilização de ingredientes tecnológicos pela indústria a fim de melhorar as características do seu produto.

A classe de hidrocolóides é utilizada em diversas aplicações na indústria alimentícia como espessante, geleificante, agente de suspensão e estabilizante. Os hidrocolóides são polissacarídeos, polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular.

As carragenas, pertencentes à classe dos hidrocolóides são amplamente utilizadas na indústria láctea, principalmente por apresentarem características como alto grau de interação com as proteínas do leite, controle da sinérese, solubilidade, poder de geleificação, característica de tixotropia e estabilidade. Esse polissacarídeo já é utilizado pela indústria em produtos lácteos como achocolatados, pudins, sorvetes, mousses, recheios de tortas e cremes, promovendo o aumento da vida útil destes produtos, evitando a sinérese, sedimentação de partículas em suspensão e emulsificação.

As carragenas comerciais são divididas em Iota (ι), Kappa (κ) e Lambda (λ), sendo que estas podem ser associadas para obtenção de melhores características do produto final quando adicionadas.

A aplicação das carragenas em creme de leite pasteurizado ainda não está bem definida, devido à aprovação da Instrução normativa nº23 de 30 de agosto de 2012 que permite a adição de estabilizantes, dentre eles a carragena em concentrações de até 0,5%/kg (BRASIL, 2012).

O objetivo deste trabalho foi elaborar um *mix* de carragenas para aplicação na indústria láctea na produção do creme de leite pasteurizado com melhores características de textura e capacidade de retenção de água.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARRAGENA

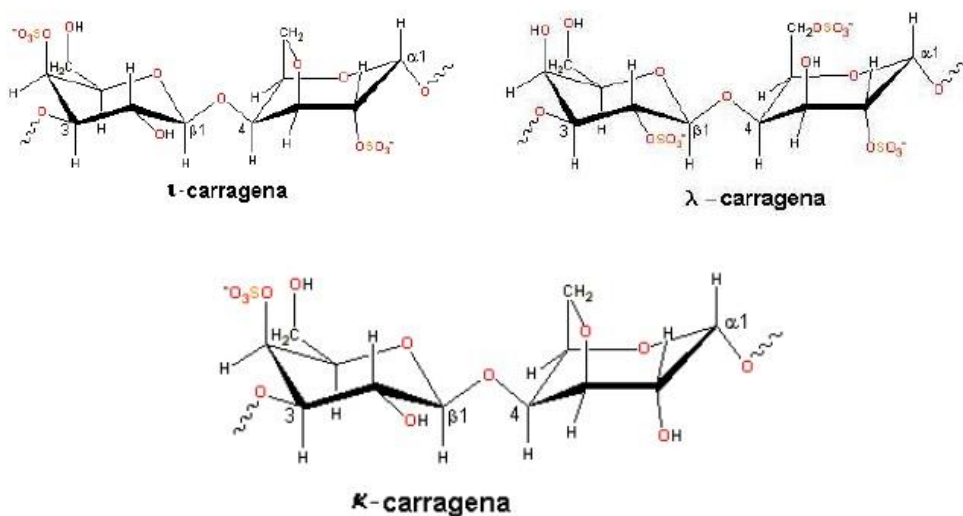
A carragena foi descoberta em 1785, no norte da Irlanda na cidade de Carragheen, onde as algas eram utilizadas para aumentar a viscosidade do leite consumido pela população (KNUTSEN; MYSLABODSKI; LARSEN, 1994).

As carragenas são polissacáridos extraídos de algas vermelhas da classe das *Rhodophyceae*. Quimicamente são polímeros sulfatados de moléculas alternadas de D-galactose e 3,6 anidro-D-galactose (3,6AG) unidas por ligações α (1-3) e β (1-4) (GLICKSMAN, 1969). Formam géis termo reversíveis e pode apresentar várias configurações (SCHORSCH *et al.*, 2000).

Os tipos de carragena são definidos pela variação dos grupos éster sulfato e pelo conteúdo de 3,6-AG. Níveis maiores de éster sulfato propiciam uma força menor de geleificação e baixa temperatura de solubilização (WHISTLER; BeMILLER, 1973).

Dentre os vários tipos existentes somente três tem importância comercial, a iota, kappa e lambda. A κ (capa)-carragena é composta de unidades de D-galactose-4-sulfato, unidas em α (1-3) e 3,6-anidro-D-galactose ligadas em β (1-4), que se alternam na cadeia principal. Já a ι (iota)-carragena se difere somente pela presença de um grupo sulfato adicional no C2 da unidade de galactose ligada em β (1-4). A carragena λ (lambda) é o grupo que contém maior número de grupos sulfatos (Figura 1). (FALSHAW *et al.*,2001)

Figura 1. Principais tipos de carragenas e suas estruturas.



Fonte: (FALSHAW *et al.*,2001).

A κ -carragena possui de 25% a 30% de grupos éster sulfato e de 28% a 35% de grupos 3,6-AG em sua composição. Forma géis em água e leite, estes géis se apresentam firmes e quebradiços, boa capacidade de retenção de água, porém apresenta sinérese do gel, esta característica é influenciada pela presença de íons potássio, quanto maior a presença dos íons maior será a atividade de sinérese (TZIBOULA; HORNE; 1999).

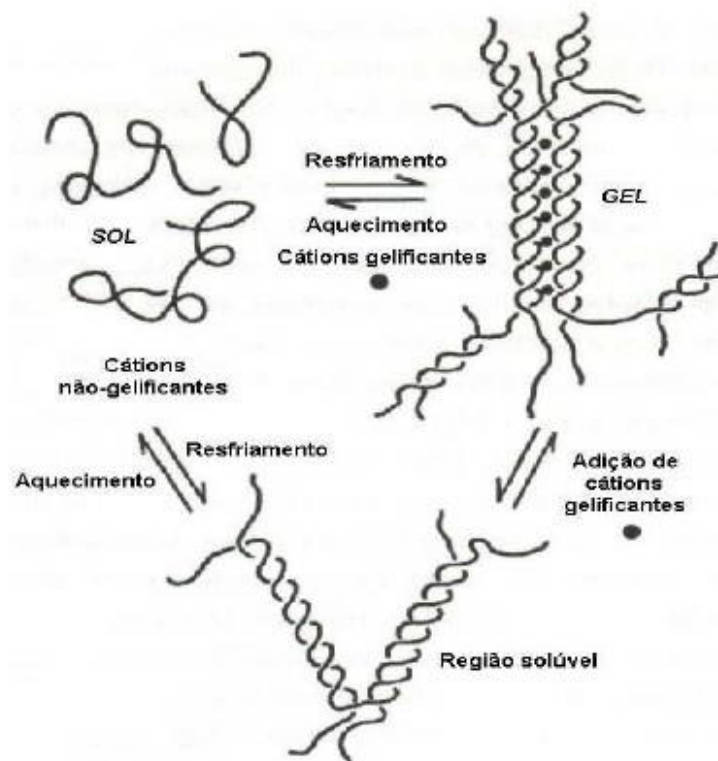
A carragena iota possui de 30% a 32% de grupos éster sulfato e de 28% a 32% de grupos 3,6-AG, apresenta característica de formação de géis elásticos e macios, produzindo baixa sinérese, boa resistência a ciclos de congelamento e descongelamento, e a elasticidade do gel está ligada a presença de íons de cálcio. (GLICKSMAN, 1969).

A λ -carragena apresenta em sua estrutura 35% de grupos éster sulfato e ausência de grupos 3,6-AG, devido ao seu alto grau de sulfatação, e não possui os grupos 3,6-AG não geleifica. É solúvel em temperatura de refrigeração devido à insensibilidade da molécula aos íons de cálcio e potássio (BARBEYRON *et al*, 2000).

Todas as carragenas são solúveis em água e leite em temperaturas superiores a 40°C, onde ocorrerá a fusão do gel, sendo que o processo de resfriamento tende a geleificar a solução. Tanto a carragena kappa como a iota formam géis termo reversíveis e durante o processo de resfriamento, ocorrendo o aumento da viscosidade aparente até o momento em que o ponto de geleificação é atingido. Durante este processo ocorre a formação da estrutura de dupla hélice, agregando os pontos de junção dos polímeros, formando assim uma estrutura tridimensional (Figura 2) (CAMACHO *et al.*, 2004).

Sais de potássio ou cálcio são necessários para obtenção do gel em água, porém não são necessários para o leite. A temperatura de geleificação da carragena e a formação das duplas hélices dependem da presença dos cátions, sendo que o aumento na concentração de sais promoverá o aumento da temperatura de geleificação, a interação com os íons também poderá aumentar a dureza do gel, torna-lo mais frágil, e aumentar a sinérese (HERMANSSON, 1991).

Figura 2. Esquema de geleificação da carragena



Fonte: (Belton *et al.*, 1984).

As carragenas permitem conseguir um amplo espectro de textura que variam de coesas e elásticas até a formação de géis firmes e quebradiços. A diferença na textura dos géis produzidos por Kappa ou Iota carragena está relacionada à suas estruturas. Os géis de κ -carragena são originados de hélices agregadas, uma vez que estas moléculas não geleificam sob condições em que não há agregação, o que faz com que estes géis sejam firmes e quebradiços. Já géis de ι -carragena consistem na união das duplas hélices com pouca ou nenhuma agregação proporcionando assim flexibilidade ao gel (STANLEY, 1987).

A viscosidade das soluções de carragena pode ser influenciada pelo processo de geleificação, quando uma solução de carragena passa pelo processo de resfriamento a viscosidade aumenta gradativamente até que seja atingida a temperatura de geleificação. Portanto a viscosidade é uma característica que deve ser avaliada em temperatura superior a 75°C, superior a temperatura de fusão do gel, evitando assim o efeito de geleificação (SOUKOLIS *et al.*, 2007).

As carragenas também podem interagir com outras macromoléculas carregadas, estas interações são observadas quando adicionadas ao leite. A forte relação de

interatividade da carragena com as proteínas do leite está relacionada à ligação eletrostática entre os grupos éster sulfato da molécula de carragena que são carregados negativamente e as áreas da micela de caseína que são carregadas positivamente (WHISTLER; BeMILLER, 1973).

Segundo Snoeren (1975), na presença de cálcio e em pH neutro, a formação do complexo foi observada entre a κ -carragena e todas as caseínas, analisado por sedimentação. Já Lagendorff e colaboradores (1999) demonstraram que κ -caseína e κ -carragena interagem na ausência de cálcio, confirmando assim que a interação no leite ocorre de maneira eletrostática. Esta relação de interação pode ser afetada pelo pH da solução, ponto isoelétrico da proteína, temperatura, tipo de proteína e a concentração de carragena utilizada.

As soluções de carragenas são estáveis em pHs neutros e alcalinos entre 4,0 e 12,0, a diminuição do pH ($>4,0$) provoca hidrólise do polímero de carragena, o que acarreta diminuição da viscosidade e diminuição da força do gel. Depois que os géis já estão formados não ocorre interferência do pH, permanecendo estável (YANES; DURAN; COSTELL, 2002).

O gel formado pela carragena iota apresenta a característica de tixotropia, onde os géis podem ser quebrados ou fluidizados e retornar a característica inicial após cessarem os esforços de manipulação (MORRIS; CHILVERS, 1981). A kappa carragena não apresenta esta característica, uma vez quebrado não retornará a sua característica original, a não ser que passe pelo processo de aquecimento e resfriamento novamente (CHEN *et al*, 2001).

2.2 CREME DE LEITE

Segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade do creme de leite, ele é definido como produto lácteo relativamente rico em gordura retirada do leite por procedimento tecnológico adequado, que apresente a forma de emulsão em água. O creme de leite pasteurizado é o produto que foi submetido ao processo de pasteurização perante tratamento térmico apropriado. O creme de leite deve atender aos requisitos de características sensoriais, sendo de cor branca ou levemente amarelado; cor e sabor característico, suave, não rançoso, não ácido com ausência de sabores e odores estranhos (BRASIL, 1997).

Segundo a instrução normativa nº23 de 30 de agosto de 2012 os aditivos/gomas permitidos na produção de creme de leite pasteurizado com teor de gordura

acima de 45% estão as carragenas ou carrageninas, goma guar e gelatina na concentração final de no máximo 0,50% (m/m) (BRASIL, 2012).

Para Walstra e colaboradores (2001) a adição de espessantes durante a produção do creme de leite tem o objetivo de retardar a separação de fases durante o armazenamento do produto. Robinson (1994) confirma os benefícios da adição de estabilizantes como hidrocolóides, gomas e gelatina inibindo a ascensão e aglomeração da gordura, sendo fundamental para o aumento e manutenção da estabilidade e para o aprimoramento das propriedades do creme de leite.

O uso de hidrocolóides no creme de leite pasteurizado se faz necessário devido as características reológicas do produto, onde deve apresentar-se com textura firme, homogênea, cremosa e com ausência de sinérese até o fim da vida de prateleira, que em média é de 30 dias, quando estes ingredientes não são utilizados ocorre a separação de fases e o aumento da sinérese.

ARTIGO**DESENVOLVIMENTO DE UM MIX DE CARRAGENAS PARA ADIÇÃO EM
CREME DE LEITE ALIMENTÍCIOS**

Giovanna Koppenhagen FAGUNDES¹, Christiane Maciel Vasconcellos
Barros DE RENSIS^{2*}

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Universidade
Norte do Paraná. Av Paris, 675, 86041-120, Londrina, PR, Brasil. E-mail:
giovanna@kopenhagen.com.br

²Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos pela
Universidade Estadual de Campinas, docente do curso de Mestrado de Ciência e Tecnologia
do Leite e Derivados, Universidade Norte do Paraná. Av Paris, 675, 86041-120, Londrina,
PR, Brasil. E-mail: christiane.rensis@unopar.br (autora para correspondência).

RESUMO

As carragenas são polissacarídeos pertencentes a classe dos hidrocóloides utilizados na indústria alimentícia como espessantes, geleificantes agentes de suspensão e estabilizantes. O uso das carragenas no creme de leite se faz necessário devido à manutenção das características reológicas do produto, como textura e a sinérese. A aplicação das carragenas no creme de leite pasteurizado foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura em 2012, permitindo a adição de 0,5% de estabilizantes. Neste trabalho desenvolveu-se um *mix* de carragenas kappa e iota para adição em creme de leite pasteurizado com teor de gordura de 45%. As combinações das carragenas kappa e iota utilizadas foram definidas através de um delineamento estatístico adotando um planejamento fatorial 2² onde foram realizados 11 experimentos com combinações e concentrações diferentes. Os cremes de leite foram analisados quanto à composição físico-química, perfil de textura instrumental e capacidade de retenção de água. Os cremes de leite se encontraram dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos pela legislação nacional. Na análise do perfil de textura os parâmetros considerados foram dureza, elasticidade, adesividade, coesividade e gomosidade. Os resultados encontrados em relação aos parâmetros de dureza e gomosidade foram em relação a maiores concentrações de carragena kappa, para os maiores resultados de dureza e gomosidade quando comparados ao mesmo tratamento com concentração maior de carragena iota. , Os tratamentos com menores concentrações das gomas apresentaram resultados maiores para o parâmetro adesividade . Para os resultados de CRA não houve diferença entre os resultados para as concentrações utilizadas.

Palavras-chave: Carragena-kappa. Carragena-iota. Textura.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos necessita de constantes mudanças para atender o consumidor, cada vez mais exigente e ávido de novos produtos.

O creme de leite é um produto lácteo rico em gordura onde se apresenta na forma de emulsão em água, podendo ser encontrados em vários teores de gordura no mercado, podendo variar de 35% a 40% de gordura. De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2012) O creme de leite, também chamado de nata, o qual possui teor de gordura superior a 45%, diverge das características do creme de leite tradicional, por possuir textura mais firme.

Em 30 de agosto de 2012, o Ministério da Agricultura publicou a Instrução Normativa nº 23, permitindo o uso de aditivos/estabilizantes na produção de creme de leite pasteurizado com teor de gordura acima de 45%, dentre elas estão as carragenas ou carrageninas, goma guar e gelatina na concentração final de no máximo 0,50% (m/m) (BRASIL, 2012).

As gomas de polissacarídeos (estabilizadores) são muitas vezes adicionadas em produtos lácteos para aumentar a viscosidade e modificar a textura (GRINBERG; TOLSTOGUZOV, 1997). A classe de hidrocolóides é utilizada em diversas aplicações na indústria alimentícia como espessante, geleificante, agente de suspensão e estabilizante. Os hidrocolóides são polissacarídeos, polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular (MCCLEMENTS, 2007).

Entre os polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos, a carragena já é utilizada em produtos lácteos como achocolatados, pudins, sorvetes, mousses, recheios de tortas e cremes, promovendo aumento da vida útil destes produtos, evitando a sinérese, sedimentação de partículas em suspensão e emulsificação (SRYBE *et al*, 1998)

As carragenas são polissacáridos extraídos de algas vermelhas da classe das *Rhodophyceae*. Quimicamente são polímeros sulfatados de moléculas alternadas de D-galactose e 3,6 anidro-D-galactose (3,6AG) unidas por ligações α (1-3) e β (1-4) (GLICKSMAN, 1969). Formam géis termo reversíveis e pode apresentar várias configurações (SCHORSCH *et al.*, 2000).

Os tipos de carragena são definidos pela variação dos grupos éster sulfato e pelo conteúdo de 3,6-AG. Níveis maiores de éster sulfato propiciam uma força menor de geleificação e baixa temperatura de solubilização (WHISTLER; BeMILLER, 1973)

As carragenas comerciais são divididas em Iota (ι), Kappa (κ) e Lambda (λ), sendo que estas podem ser associadas para obtenção de melhores características do produto final quando adicionadas (LAI *et al*, 2000)

As carragenas permitem conseguir um amplo espectro de textura que variam de coesas e elásticas até a formação de géis firmes e quebradiços. A diferença na textura dos géis produzidos por Kappa ou Iota carragena está relacionada à suas estruturas (LYNCH; MULVIHILL, 1996). Os géis de κ -carragena são originados de hélices agregadas, uma vez que estas moléculas não geleificam sob condições em que não há agregação, o que faz com que estes géis sejam firmes e quebradiços. Já géis de ι -carragena consistem na união das duplas hélices com pouca ou nenhuma agregação proporcionando assim flexibilidade ao gel (STANLEY, 1987).

A força do gel formada pelas carragenas Kappa e Iota é influenciada pela presença de cátions. A κ -carragena é especialmente sensível a íons de potássio e ι -carragena a íons de cálcio (SPAGNUOLO *et al*, 2005). A interação das carragenas com produtos lácteos foi estudada (AUGUSTIN *et al*, 1999) e relacionada a uma específica interação entre os grupos negativos das moléculas sulfatadas das carragenas com uma região carregada positivamente entre os resíduos 97 e 112 da superfície da κ -caseína.

Geralmente a interação entre a caseína e a carragena depende de uma série de fatores como o hidrocolóide utilizado, quantidade de proteína, partículas dispersas, concentração utilizada, pH, ambiente iônico, teor de açúcar e temperatura (SYRBE *et al*, 1998; DROHAN, 1997).

Segundo o Ministério da Agricultura Abastecimento e Pecuária não existe produto semelhante ao creme de leite pasteurizado com teor de gordura de 45%, portanto estudos ainda precisam ser realizados para avaliar os efeitos da adição das gomas no creme de leite pasteurizado. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um *mix* de carragenas para aplicação na produção do creme de leite pasteurizado com intuito de melhorar as características de textura e capacidade de retenção de água do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados creme de leite (Laticínio Koppenhagen, Cascavel, Brasil) e κ -carragena e ι -carragena (Ibrac, Rio Claro, Brasil).

2.1 DEFINIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE CARRAGENA

A fim de se definir e otimizar as concentrações de carragenas kappa e iota para a formulação do *mix*, foi aplicado um planejamento fatorial completo de 2^2 totalizando em 11 ensaios realizados com três pontos centrais (Tabela 1) conforme a metodologia descrita em Neto *et al.* (2002). As variáveis dependentes foram as respostas do perfil de textura (TPA) e da capacidade de retenção de água (CRA).

Tabela 1 – Planejamento fatorial completo 2^2 com os níveis de carragena iota e carragena kappa,

| <i>Tratamentos</i> | <i>Carragena iota</i> | <i>Carragena Kappa</i> |
|--------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 0 | -1,41 |
| 2 | -1,41 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | +1,41 |
| 5 | -1 | -1 |
| 6 | 1 | -1 |
| 7 | +1,41 | 0 |
| 8 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 |
| 10 | -1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 |

A Tabela 2 indica os valores em % utilizados no nível -1 concentração mais baixa, e nível +1, concentração mais alta.

Tabela 2 - Níveis e valores das variáveis independentes: Carragena iota e Carragna Kappa.

| Variáveis | | Níveis | | | | |
|-----------------|-------------|--------|------|------|------|-------|
| Independentes | Codificadas | - 1,41 | -1 | 0 | + 1 | +1,41 |
| Carragena iota | CIOT | 0,08 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,22 |
| Carragena Kappa | CKAP | 0,04 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,34 |

2.2 PRODUÇÃO DO CREME DE LEITE

O creme de leite foi obtido através do processo de centrifugação por centrífuga (Alfa Laval, 151 R, Suíça) e transferido para o tanque de pasteurização lenta (Tecinox, PL500, Brasil). O teor de gordura do creme de leite foi padronizado em 45% de gordura com adição de leite pasteurizado (Kopenhagen, Cascavel, Brasil). O processo de pasteurização ocorreu sobre agitação mecânica e atendendo o binômio tempo/temperatura de 75 °C por 1 minuto. Após a pasteurização o creme de leite foi resfriado a temperatura de 60 °C e envasado em embalagem de polietileno (Adplast, Jaraguá do Sul, Brasil). O creme ficou sob refrigeração em câmara fria na temperatura de 4 °C por 24 horas para completa geleificação e posterior realização das análises.

2.4 ADIÇÃO DO *MIX* AO CREME DE LEITE

A mistura foi preparada através da mistura, com liquidificador (Britânia, Diamante classic filter, Brasil) na velocidade um por 30 segundos do *mix* ao creme de leite na temperatura de 40°C.

2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os cremes de leite elaborados foram avaliados, em triplicata, quanto ao:

- pH: determinado por medida direta em potenciômetro PG-1800 da marca Cap-lab, previamente calibrado, segundo metodologia da AOAC(2003).
- Acidez titulável: foi determinada por meio de titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio 0,1N, na presença do indicador fenolftaleína, segundo metodologia descrita na AOAC (2003).
- Umidade: foi determinada pelo método gravimétrico em estufa a 105°C/16h, até peso constante conforme a metodologia da AOAC (2003).
- Gordura: O teor de gordura foi determinado pelo Método Gerber para creme de leite de acordo com British Standard Institution (1989).
- Proteína total: O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl conforme a metodologia da AOAC (2003). Os valores de nitrogênio foram multiplicados pelo fator 6,38 para obtenção dos valores equivalentes de proteína.

- Cinzas: a amostra foi carbonizada em bico de chama e depois calcinada em forno mufla, a 550°C até a obtenção de cinzas brancas, conforme a metodologia da AOAC (2003).

2.6 ANÁLISE DE TEXTURA

A textura instrumental dos cremes de leite produzidos foi determinada em um teste de perfil de textura instrumental utilizando um texturômetro CT3 (Brookfield). Utilizou-se como condição de operação: “probe” cilíndrico de acrílico de fundo chato de 25 mm, força de 0,05 N, velocidade de teste 2 mm/s, distância de penetração de 6 mm. As amostras foram analisadas em cinco replicatas nos recipientes em que foram fabricados. Os parâmetros analisados foram dureza (N), coesividade, adesividade (N.s), elasticidade e gomosidade (N).

2.7 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA - CRA

A capacidade de retenção de água foi determinada segundo a metodologia modificada de Parnell-Clunies, Kakuda e Mullen (1986). Onde foram pesadas aproximadamente 20g da amostra de creme de leite a 10°C foram centrifugados a 5000 rpm por 15 minutos. Após o sobrenadante ter sido drenado por 10 minutos o precipitado foi pesado. A análise foi realizada em duplicata e a capacidade de retenção de água foi expressa como porcentagem da relação do peso do precipitado pelo peso da amostra.

2.6 ANÁLISES DOS DADOS

As respostas para o perfil de textura (TPA) e capacidade de retenção de água dos cremes foram analisadas utilizando o módulo Experimental Design do programa Statistica for Windows versão 8.0 (Statsoft, 1995) onde se calculou os efeitos das variáveis independentes codificadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados obtidos para acidez titulável, pH, gordura, proteína total, cinzas e umidade são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição físico-química dos cremes de leite obtidos com diferentes concentrações das carragenas.

| <i>Tratamento</i> | <i>Acidez % ac láctico</i> | <i>pH</i> | <i>Gordura</i> | <i>Proteína total</i> | <i>Umidade</i> | <i>Cinzas</i> |
|-------------------|--------------------------------|-------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------|
| 1 | 0,13 ± 0,00 | 6,84 ± 0,05 | 45 ± 0,00 | 1,93 ± 0,04 | 51,66 ± 0,50 | 0,43 ± 0,01 |
| 2 | 0,13 ± 0,00 | 6,82 ± 0,06 | 45 ± 0,00 | 1,96 ± 0,01 | 51,65 ± 0,40 | 0,43 ± 0,02 |
| 3 | 0,13 ± 0,00 | 6,81 ± 0,06 | 45 ± 0,00 | 1,97 ± 0,02 | 52,28 ± 0,43 | 0,43 ± 0,01 |
| 4 | 0,13 ± 0,00 | 6,74 ± 0,04 | 45 ± 0,00 | 1,97 ± 0,02 | 52,58 ± 0,40 | 0,43 ± 0,01 |
| 5 | 0,14 ± 0,00 | 6,80 ± 0,07 | 45 ± 0,00 | 1,98 ± 0,02 | 52,17 ± 0,80 | 0,42 ± 0,01 |
| 6 | 0,13 ± 0,00 | 6,72 ± 0,05 | 45 ± 0,00 | 2,00 ± 0,01 | 51,87 ± 0,50 | 0,43 ± 0,02 |
| 7 | 0,13 ± 0,00 | 6,76 ± 0,07 | 45 ± 0,00 | 1,99 ± 0,02 | 52,65 ± 0,47 | 0,42 ± 0,01 |
| 8 | 0,13 ± 0,00 | 6,80 ± 0,07 | 45 ± 0,00 | 1,98 ± 0,02 | 53,04 ± 0,14 | 0,42 ± 0,01 |
| 9 | 0,13 ± 0,00 | 6,71 ± 0,05 | 45 ± 0,00 | 1,98 ± 0,02 | 52,99 ± 0,22 | 0,42 ± 0,01 |
| 10 | 0,13 ± 0,00 | 6,71 ± 0,06 | 45 ± 0,00 | 2,00 ± 0,02 | 52,64 ± 0,47 | 0,41 ± 0,01 |
| 11 | 0,13 ± 0,00 | 6,74 ± 0,05 | 45 ± 0,00 | 1,99 ± 0,03 | 52,77 ± 0,62 | 0,42 ± 0,01 |

*Valores relativos à média ± o desvio padrão dos cremes de leite obtido

O teor de mínimo de gordura para o creme de leite pasteurizado (nata), exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2012) é de 45% /100g. De acordo com a mesma legislação o padrão de acidez exigido é de no máximo 0,2g de ácido láctico /100g de creme de leite.

Portanto os requisitos de teor de gordura de 45%, quanto o conteúdo de ácido láctico (0,15 a 0,16 g de ácido láctico /100g de creme de leite) das formulações de creme de leite com adição de carragena apresentaram valores dentro dos padrões da legislação.

Os conteúdos de cinzas apresentaram um valor médio de 0,42% e, pH na faixa média de 6,76 (±0,04) . A umidade apresentou variação entre 51,65% e 53,04%. Os únicos requisitos exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2012) são teor de gordura e acidez.

3.2 PERFIL DE TEXTURA (TPA)

O creme de leite pasteurizado tem como características reológicas, as quais devem ser mantidas durante a sua vida de prateleira uma textura mais firme e homogênea que os demais cremes de leite pasteurizados, cremosidade e ausência de dessoramento ou separação de fases (BRASIL, 2013).

Na Tabela 4 estão expressos os resultados das médias (n=5) da análise do perfil de textura dos 11 ensaios realizados, resultantes da combinação de diferentes concentrações de carragena kappa e iota.

Tabela 4 - Médias (n=5) das respostas da análise do perfil de textura para os cremes de leite com adição do *mix* de carragenas.

| Trata- mento | Dureza (N) | Adesividade (mJ) | Elasticidade ¹ | Coesividade ¹ | Gomosidade (N) |
|-----------------|---------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | 8,5420 | 0,9400 | 5,0500 | 0,5280 | 4,7600 |
| 2 | 10,0520 | 0,5600 | 5,0360 | 0,5325 | 5,5360 |
| 3 | 8,8186 | 0,4600 | 4,8133 | 0,6040 | 5,3340 |
| 4 | 15,6433 | 0,8333 | 5,1425 | 0,5940 | 8,5200 |
| 5 | 6,5340 | 1,1333 | 5,1380 | 0,5640 | 3,6840 |
| 6 | 10,3325 | 0,9250 | 5,1980 | 0,5840 | 5,7600 |
| 7 | 12,6650 | 0,8500 | 5,3500 | 0,6200 | 7,5533 |
| 8 | 11,4450 | 0,6000 | 5,0460 | 0,5740 | 6,5325 |
| 9 | 9,8525 | 0,4750 | 5,0080 | 0,6020 | 5,8000 |
| 10 | 11,9220 | 0,7800 | 5,0775 | 0,6060 | 7,2140 |
| 11 | 12,2075 | 0,6750 | 4,9600 | 0,5740 | 6,8200 |

¹ medidas adimensionais

Entre os parâmetros analisados, os que apresentaram menores variabilidades em relação às diferentes concentrações de hidrocolóides nos *mix* utilizados foram elasticidade e coesividade. Considerando os resultados, optou-se por continuar a análise dos dados apenas com os parâmetros de dureza, adesividade e gomosidade, devido a maior variabilidade e maior relevância para as caracterizações das variáveis no processo de textura.

A consistência do creme de leite pasteurizado com a adição de estabilizantes foi autorizada pelo Ministério da Agricultura em 2012, portanto ainda não estão bem estabelecidas as concentrações ou possíveis misturas de hidrocóloides para utilização neste segmento. Dentre os tratamentos analisados, houve variações devido às concentrações de carragenas utilizadas, buscando chegar ao tratamento ideal para se aplicar no produto. Os efeitos dos tratamentos de diferentes concentrações de carragena no perfil de textura dos cremes de leite podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias das respostas da análise do perfil de textura para os cremes de leite com adição do *mix* de carragenas.

| Trata- mento | Dureza (N) | Adesividade (mJ) | Gomosidade (N) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | 8,5420 | 0,9400 | 4,7600 |
| 2 | 10,0520 | 0,5600 | 5,5360 |
| 3 | 8,8186 | 0,4600 | 5,3340 |
| 4 | 15,6433 | 0,8333 | 8,5200 |
| 5 | 6,5340 | 1,1333 | 3,6840 |
| 6 | 10,3325 | 0,9250 | 5,7600 |
| 7 | 12,6650 | 0,8500 | 7,5533 |
| 8 | 11,4450 | 0,6000 | 6,5325 |
| 9 | 9,8525 | 0,4750 | 5,8000 |
| 10 | 11,9220 | 0,7800 | 7,2140 |
| 11 | 12,2075 | 0,6750 | 6,8200 |

Todas as combinações entre as carragenas kappa e iota que foram testadas se encontram dentro dos parâmetros exigidos pela legislação nacional (BRASIL, 2012) a qual determina que a concentração máxima de estabilizantes a ser utilizada seja de 0,5%.

Pode-se observar entre os tratamentos 1 e 2 os quais as concentrações inversas, onde o tratamento 1 é composto por 0 de carragena Iota e -1,41 de carragena Kappa e obteve uma dureza de 8,54N e o tratamento 2 é composto por -1,41 de carragena Iota e 0 de carragena Kappa e obteve o resultado de dureza de 10,05N, observa-se que existe uma diferença no parâmetro dureza de 1,51N.

Os tratamentos 4 e 7, onde o tratamento 4 é composto por 0 de carragena Iota e +1,41 de carragena Kappa, e o tratamento 7 é composto por +1,41 de carragena Iota e 0 de carragena Kappa, apresentam os maiores resultados para o parâmetro dureza, sendo eles 15,64N para o tratamento 4 e 12,55N para o tratamento 7, com uma diferença entre os tratamentos de 3,09N.

Dentre os tratamentos acima citados, pode-se observar que todos aqueles que possuíam a maior concentração de carragena Kappa, apresentaram dureza maior quando comparado ao mesmo tratamento porém com a concentração de Iota maior.

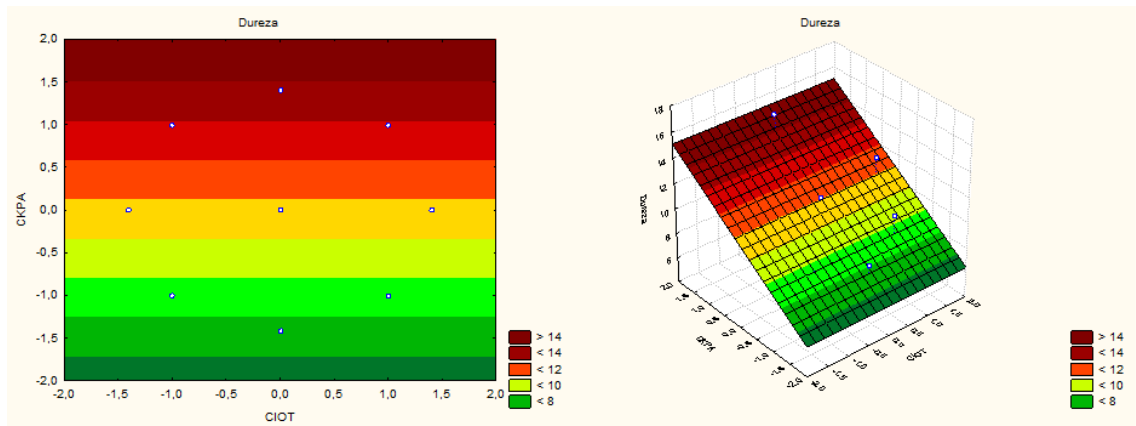
Entre os tratamentos 6 e 10 observa-se uma diferença entre os resultados do parâmetro dureza de 1,59N, onde o tratamento 6 apresentou resultado de 10,33N e composição de 1 de carragena Iota e -1 de carragena Kappa, e o tratamento 10 apresentou dureza de 11,92N e composição de -1 de Iota e 1 de Kappa.

É possível verificar que, na faixa de concentrações utilizadas, o aumento das concentrações carragena Kappa e Iota foi responsável pelo aumento da dureza dos cremes de leite, as variações trabalhadas são de 0,08% a 0,22% para carragena Iota e para carragena Kappa de 0,04% a 0,34%. Estes resultados também foram descritos por Lunardello (2009), onde o aumento da concentração de carragena também provocou aumento da dureza, porém o produto testado foi o iogurte.

Segundo Stanley (1987) a diferença na textura formada pelos géis de carragena Kappa e Iota é um reflexo das diferenças em suas estruturas, sendo que os géis de carragena Kappa são formados através de hélices agregadas, onde não ocorre geleificação sob condições em que não há agregação, tornando-os relativamente duros e quebradiços. Já os géis de carragena Iota consistem na união das duplas hélices, com pouca ou nenhuma agregação, proporcionando flexibilidade e suavidade aos géis (GARNIER *et al*, 2003).

Considerando as concentrações das carragenas Kappa e Iota utilizadas, a resposta obtida para o parâmetro de dureza (Figura 3), a diferença entre o tratamento que apresentou maior dureza e o tratamento que apresentou menor dureza foi de 9,0N.

Figura 3 – Gráfico de superfície e curva de contorno do efeito da dureza no creme de leite pasteurizado em função das diferentes concentrações de carragenas kappa e iota.

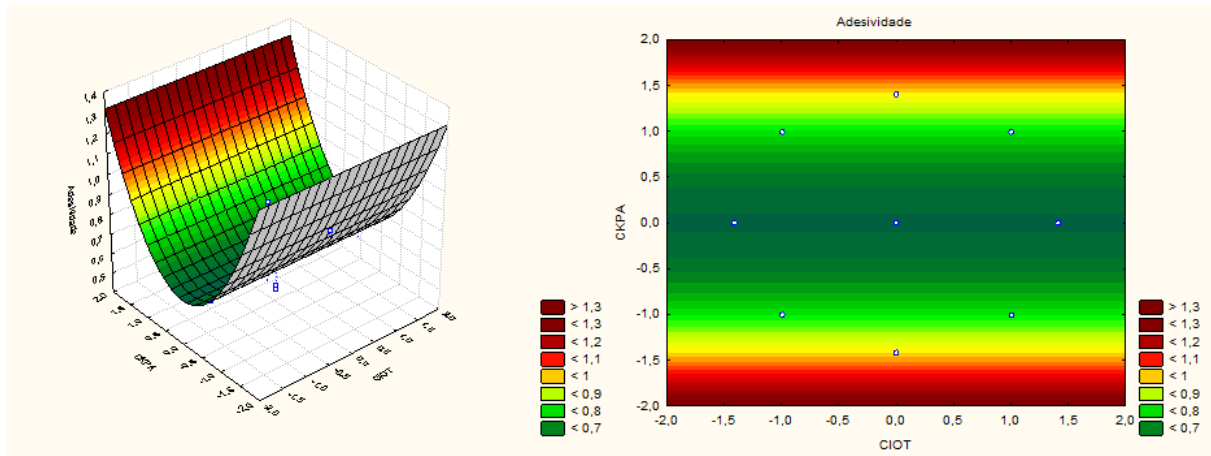


O tratamento 4 que apresentou uma dureza de 15,65N, o qual continha uma concentração maior de carragena kappa (+1,41) se mostrou mais firme e quebradiço em relação ao tratamento 7 o qual continha uma concentração menor (0) de carragena kappa. Os valores elevados de dureza podem resultar em um produto muito firme e com aspecto quebradiço, estas características são indesejáveis para o produto testado. Segundo Hossain e colaboradores (2001) somente a carragena iota possui poder tixotrópico, o que a torna capaz de fazer com que o gel retorne ao formato inicial, após cessarem os esforços físicos. Segundo Trcková e colaboradores (2004) níveis maiores de éster sulfato propiciam uma força menor de geleificação, portanto géis com concentrações maiores de carragena kappa se tornam mais quebradiços e com menor poder tixotrópico, em comparação com aqueles que possuem maior concentração de carragena iota em sua formulação. Como ainda não existe um padrão definido para o creme de leite pasteurizado com a adição de estabilizantes, não se pode afirmar qual a dureza ideal do produto.

A análise dos resultados apresentou maior variação na adesividade para os tratamentos que apresentaram menor dureza, sendo eles o 1,3 e 5. Diferente dos resultados encontrados por Lunardello (2009), onde a adesividade aumentou conforme a concentração da carragena foi aumentada, porém o produto testado foi iogurte desnatado. O tratamento 1 era composto por 0,15% de carragena iota e 0,04% de carragena kappa, o tratamento 3 continha concentrações de 0,15% de carragena Iota e 0,2% de carragena kappa tratamento 5 era composto por 0,10% de carragena iota e 0,10% de carragena kappa (Figura 4). Esta relação

pode estar relacionada às concentrações de carragena em suas formulações, devido a não formação de um gel com uma dureza maior, observa-se que a característica de adesividade se destaca em concentrações menores no creme de leite pasteurizado.

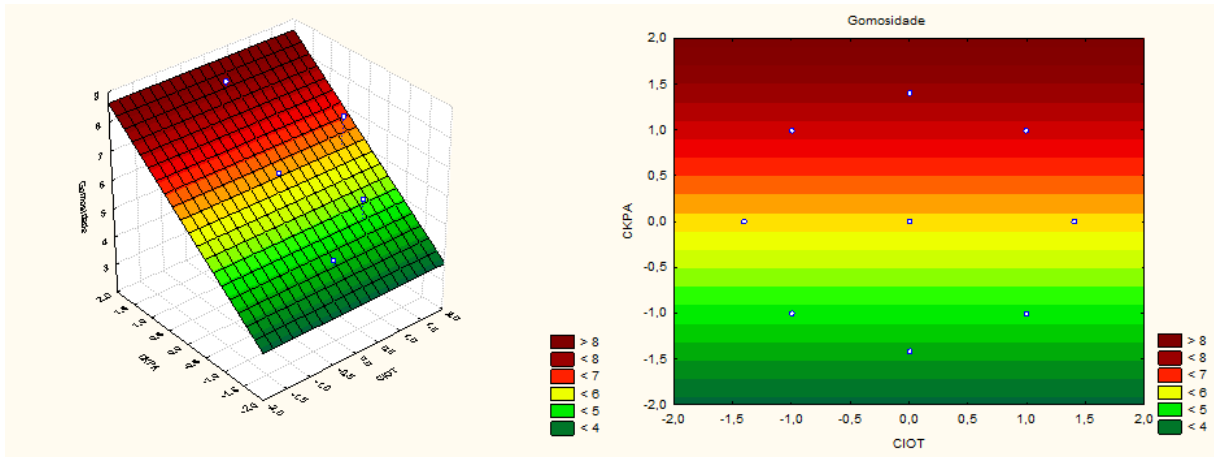
Figura 4 – Gráfico de superfície e curva de contorno do efeito da adesividade no creme de leite pasteurizado em função das diferentes concentrações de carragenas kappa e iota.



Para a variável de gomosidade pode se observar uma relação entre os resultados de dureza e gomosidade. O tratamento 4 que apresentou maior dureza, também apresentou maior gomosidade, e o tratamento 5 que apresentou menor dureza, apresentou menor gomosidade (Figura 5). A análise dos resultados mostrou que conforme ocorre o aumento a concentração das gomas utilizadas (+1,41 para Kappa e Iota), ocorre o aumento da gomosidade, que também pode ser relacionada com a dureza do produto.

Na figura 5 é possível observar os gráficos de superfície e curvas de contorno da gomosidade dos cremes de leite em função das diferentes concentrações de carragena kappa e iota.

Figura 5 – Gráfico de superfície e curva de contorno do efeito da gomosidade no creme de leite pasteurizado em função das diferentes concentrações de carragenas kappa e iota.



Comparando os tratamentos 1 e 2, onde o tratamento 1 era composto de 0,15% de carragena Iota e 0,04% de carragena Kappa totalizando uma concentração final de 0,19% e apresentou resultado de gomosidade de 4,76 N, e o tratamento 2 por 0,15% de Iota e 0,2 de Kappa com gomosidade de 5,53 N, sendo que a gomosidade foi maior no tratamento que continha maior concentração de carragena Kappa.

Entre os tratamentos 4 e 7, a diferença entre os resultados de gomosidade foi de 0,97N. O tratamento 4 tinha em sua composição 0,15% de carragena Iota e 0,34% de carragena Kappa totalizando 0,49%, já o tratamento 7 era composto por 0,22% Iota e 0,20% de Kappa, sendo sua concentração final 0,42%.

Os tratamentos 6 e 10 apresentaram os resultados para gomosidade de 5,76N e 7,21N respectivamente. A composição final do tratamento 6 foi de 0,30% sendo 0,20% de carragena Iota e 0,10% de carragena Kappa, já o tratamento 10 também com concentração final de 0,30% porém com 0,10% de carragena Iota e 0,20% de carragena Kappa. A diferença do resultado entre estes tratamentos foi de 1,45N, sendo que a gomosidade apresentou resultado maior para o tratamento em que a quantidade de carragena Kappa foi maior.

3.2 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A utilização de hidrocolóides em produtos lácteos esta relacionada ao aumento da viscosidade e retenção de água que proporcionam aos produtos. A funcionalidade desses ingredientes é demonstrada por sua capacidade de ligar à água, reagindo com constituintes do leite que estabilizam a rede proteica, impedindo a circulação de água. (SOUKOULIS *et al*, 2007).

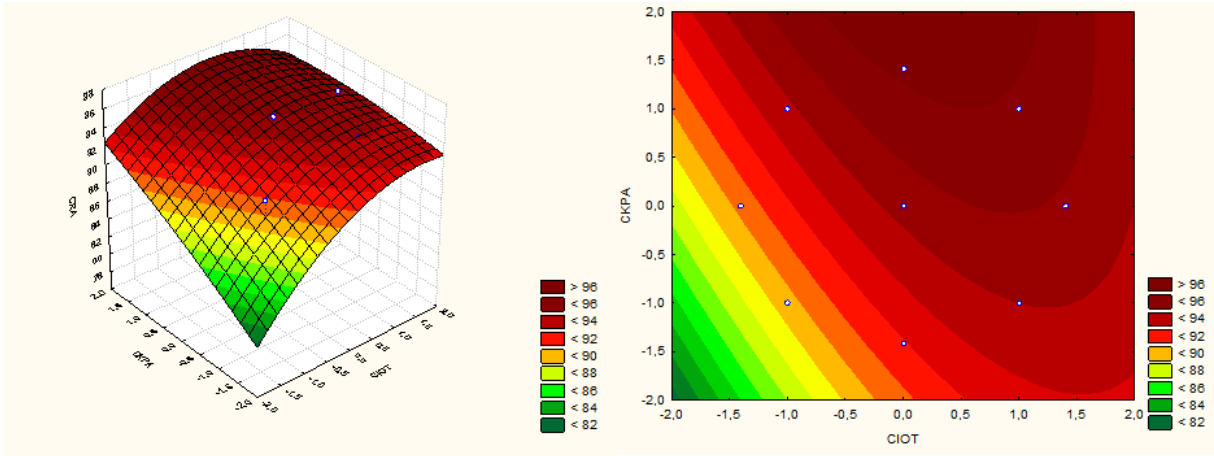
Na tabela 6 estão expressos os resultados para o teste de capacidade de retenção de água dos cremes de leite com diferentes concentrações de carragena Kappa e Iota.

Tabela 6 - Média para a resposta de capacidade de retenção de água dos cremes de leite, pelas diferentes concentrações de hidrocolóides

| <i>Tratamento</i> | <i>Carragena Iota</i> | <i>Carragena Kappa</i> | <i>CRA (%)</i> |
|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| 1 | 0 | 0,15 | 90,28 |
| 2 | -1,41 | 0,08 | 88,37 |
| 3 | 0 | 0,15 | 95,95 |
| 4 | 0 | 0,15 | 96,95 |
| 5 | -1 | 0,10 | 91,92 |
| 6 | 1 | 0,20 | 94,24 |
| 7 | +1,41 | 0,22 | 95,89 |
| 8 | 0 | 0,15 | 94,75 |
| 9 | 0 | 0,15 | 92,37 |
| 10 | -1 | 0,10 | 94,43 |
| 11 | 1 | 0,22 | 94,37 |

Os resultados da CRA mostraram uma variação apenas para o tratamento 2 de 88,37%. Não houve variação dos resultados para capacidade de retenção de água perante as combinações utilizadas das carragenas kappa e iota. (Figura 6).

Figura 6 - Gráfico de superfície e curva de contorno da CRA nos cremes de leite pasteurizado em função das diferentes concentrações de gomas carragenas.



4 CONCLUSÃO

O estudo das combinações das gomas para elaboração do *mix* de carragenas para aplicação no creme de leite pasteurizado permitiu observar diferentes resultados para os testes realizados.

Os resultados referentes ao perfil de textura experimental dos cremes de leite apresentaram resultados variados em função das combinações utilizadas. Para dureza e gomosidade observou-se maior influência da carragena Kappa.

Para os resultados de adesividade a relação estabelecida foi inversa a relação de dureza, os tratamentos que apresentaram menor concentração de gomas, apresentou um resultado para viscosidade maior, os resultados que apresentaram dureza maior, apresentaram adesividade menor, para destaque desta característica deve-se utilizar concentrações menores das gomas.

Como a legislação que permite a utilização de gomas no creme de leite pasteurizado é recente, os padrões para as características avaliadas não foi estudada, é necessário de que se realizem trabalhos complementares, para que os mesmos sejam definidos e então chegar a concentração e combinação ideal a ser aplicada neste produto.

5 REFERÊNCIAS

A. O. A. C. **Association of Official Analytical Chemists**, Washington D. C., 2003

AUGUSTIN, M.; PUVANENTHIRAN, A.; MCKINNON, I. (1999). The effect of k-carrageenan conformation on its interaction with casein micelles. **International Dairy Journal**, v.9,p. 413–414. 1999.

BARBEYRON, T; MICHEL, G; POTIN, P; HENRISSAT, B; KLOAREG, B. ι -Carrageenases constitute a novel family of glycoside hydrolases, unrelated to that of κ -carrageenases. **Journal of Biological Chemistry** . v.275, p.35499–35505. 2000

BRASIL. Instrução normativa nº 23, de 30 de agosto de 2012. Regulamento técnico de identidade e qualidade da nata. Ministério da Agricultura e do abastecimento. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em 07 jul. 2014.

BRASIL. Nata Pasteurizada. Discussão sobre uso de estabilizantes 2013. Ministério da Agricultura e do abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Leite_e_derivados/28RO/Append_Nata.pdf> Acesso em 05 mai. 2014.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Determination of fat content of milk and milk products (Gerber methods). Methods.** London: British Standards Institution, 1989. 12p.

DROHAN, D.; TZIBOULA, A.; MC NULTY, D.; HORNE, D. S. Milk protein–carrageenan interactions. **Food Hydrocolloids**, v.11, p. 101–107. 1997.

GARNIER, C.; MICHON, C.; DURAND, S.; CUVELIER, G.; DOUBLIER, J. L.; LAUNAY, B.; Iota-carrageenan/casein micelles interactions: Evidence at different scales. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.31, p. 177–184, 2003.

GLIKSMAN, M. **Gum Technology in the Food Industry.** London: Academic Press, 1969. 590p.

GRINBERG, V.; TOLSTOGUZOV, V. Thermodynamic incompatibility of proteins and polysaccharides in solutions. **Food Hydrocolloids**, v.11, p.145–148. 1997

LAI, V.; WONG, P.; LII, C.; Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of κ -carrageenan. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1332–1337. 2000.

LYNCH, M. G.; MULVIHILL, D. M.; Rheology of κ -carrageenan gels containing caseins. **Food Hydrocolloids**, v.10, p. 151–157. 1996.

LUNARDELLO, K.; **Influência do uso combinado de hidrocolóides nas características do iogurte natural desnatado.** 2009. 60p. dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite) niversidade Norte do Paraná, Londrina, 2009.

MCCLEMENTS, D. Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 7, p. 611-649, 2007.

NETO, B.B., SCARMINIO, I.S., BRUNS, R.E. **Como Fazer Experimentos.** Campinas: Unicamp, 2002. 395p.

PARNELL-CLUNIES, E. M., KAKUDA, Y., MULLEN, K., ARNOTT, D. R., DEMAN, J. M. Physical properties of yogurt: a comparison of vat versus continuous heating systems of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2593-2603, 1986.

SCHORSCH, C.; JONES, M.; NORTON, I. Phase behavior of pure micellar casein/ κ -carrageenan systems in milk salt ultrafiltrated. **Food Hydrocolloids**. v.14, p.347-358, 2000.

SOUKOULIS, C.; PANAGIOTIDIS, P.; KOURELI, R.; TZIA, C. Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. **Journal Dairy Science**, v.90, p.2641-2654. 2007.

SPAGNUOLO, P.; DALGLEISH, D. ; GOFF, H.; MORRIS, E. Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. **Food Hydrocolloids**. v.19, p.371–37. 2005.

STANLEY, N. Production, properties and uses of carrageenan. In: **Fisheries Technical Paper**, v. 288, p. 116-146. 1987.

STATISTICA for Windows – Computer program manual. Tulsa: **Statsoft**, Inc., 1995

SYRBE, A.; BAUER, W.J.; KLOSTERMEYER, H. Polymer science concepts in dairy systems – An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. **International Dairy Journal**, v.8, p. 179-193, 1998.

TRCKOVÁ, J.; STETINA, J.; KÁNSKÝ, J. Influence of protein concentration on rheological properties of carrageenan gels in milk. **International Dairy Journal**. V.14, p.337-343, 2004

TZIBOULA, A; HORNE, D.S. The role of α_{s1} -casein in the structure of caprine casein micelles. **International Dairy Journal**, v.9, p.173–178. 1999.

VAN DE VELDE, F.; PEPELMAN, H. A.; ROLLEMA, H. S.; TROMP, R. H.; On the structure of kappa/iota-hybrid carrageenans. **Carbohydrate Research**, v.331, p.271–283. 2001.

WHISTLER, R.L.; BeMILLER, J. N. **Industrial Gums: polysaccharides and their derivatives**. New York: Academic Press, 1973.

4 CONCLUSÃO GERAL

O estudo das combinações das gomas para elaboração do *mix* de carragenas para aplicação no creme de leite pasteurizado permitiu observar diferentes resultados para os testes realizados.

Os resultados referentes ao perfil de textura experimental dos cremes de leite apresentaram resultados variados em função das combinações utilizadas. Para dureza, observou-se influência da carragena Kappa, conforme a concentração foi aumentada a dureza se mostrou maior, quando comparado ao mesmo tratamento com maior concentração de carragena Iota.

Para os resultados de adesividade a relação estabelecida foi inversa a relação de dureza, os tratamentos que apresentaram menor concentração de gomas, apresentou um resultado para viscosidade maior, os resultados que apresentaram dureza maior, apresentaram adesividade menor, para destaque desta característica deve-se utilizar concentrações menores das gomas.

Os resultados de gomosidade foram proporcionais aos resultados de dureza, os tratamentos que apresentaram maior dureza, também apresentaram resultados mais altos para o parâmetro de gomosidade concluiu-se de que ele aumenta conforme aumenta a concentração das gomas.

Para a capacidade de retenção de água a relação estabelecida é de que para concentrações maiores de 0,30% de gomas utilizadas a capacidade aumenta, sendo que os tratamentos que apresentaram concentrações menores apresentaram menor capacidade de retenção de água, sendo maior nos tratamentos com concentração maior de carragena Kappa.

Como a legislação que permite a utilização de gomas no creme de leite pasteurizado é recente, os padrões para as características avaliadas não foram estudadas, é necessário de que se realizem novos testes, para que os mesmos sejam definidos e então chegar a concentração e combinação ideal a ser aplicada neste produto.

REFERÊNCIAS

- A. O. A. C. **Association of Official Analytical Chemists**, Washington D. C., 2003.
- AUGUSTIN, M.; PUVANENTHIRAN, A.; MCKINNON, I. (1999). The effect of κ -carrageenan conformation on its interaction with casein micelles. **International Dairy Journal**, v.9,p. 413–414. 1999.
- BARBEYRON, T; MICHEL, G; POTIN, P; HENRISSAT, B; KLOAREG, B. ι -Carrageenases constitute a novel family of glycoside hydrolases, unrelated to that of κ -carrageenases. **Journal of Biological Chemistry** . v.275, p.35499–35505. 2000
- BRASIL. Instrução normativa nº 23, de 30 de agosto de 2012. Regulamento técnico de identidade e qualidade da nata. Ministério da Agricultura e do abastecimento. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em 07 jul. 2014.
- BRASIL. Nata Pasteurizada. Discussão sobre uso de estabilizantes 2013. Ministério da Agricultura e do abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Leite_e_derivados/28RO/APP_Nata.pdf> Acesso em 05 mai. 2014.
- BRASIL. Portaria nº 146, de 07 de março de 1997. Regulamento técnico de identidade e qualidade de creme de leite. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=4327>> Acesso em 15 ago. 2014.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Determination of fat content of milk and milk products (Gerber methods). Methods**. London: British Standards Institution, 1989. 12p.
- CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ, N.; CHIRALT, A.; Stability of whipped dairy creams containing locust bean gum/I-carragenan mixtures during freezing-thawing processes. **Food Research International**. v.34, p. 887-894, 2001.
- CHEN, Y.; LIAO, M.-L.; BOGER, D.; DUNSTAN, D.; Rheological characterisation DROHAN, D.; TZIBOULA, A.; MC NULTY, D.; HORNE, D. S. Milk protein–carrageenan interactions. **Food Hydrocolloids**, v.11, p. 101–107. 1997.
- FALSHAW, R., BIXLER, H.J., JOHNDRO, K., Structure and performance of commercial kappa-2 carrageenan extracts: I- Structure analysis. **Food Hydrocolloid**, v.15, p.441-452. 2001
- GARNIER, C.; MICHON, C.; DURAND, S.; CUVELIER, G.; DOUBLIER, J. L.; LAUNAY, B.; Iota-carrageenan/casein micelles interactions: Evidence at different scales. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.31, p. 177–184, 2003.

GLIKSMAN, M. **Gum Technology in the Food Industry**. London: Academic Press, 1969. 590p.

GRINBERG, V.; TOLSTOGUZOV, V. Thermodynamic incompatibility of proteins and polysaccharides in solutions. **Food Hydrocolloids**, v.11, p.145–148. 1997

HERMANSSON, A.-M; ERIKSSON, E; JORDASSON, E; Effects of potassium, sodium and calcium on the microstructure and rheological behaviour of kappa-carrageenan gels. **Carbohydrate Polymers**.v 16, p.297-320. 1991.

HOSSAIN, K.; MIYANAGA, K.; MAEDA, H.; NEMOTO, N.; Sol–gel transition behaviour of pure i-carrageenan helices. **Biomacromolecules**, v.2, p.442–449. 2001.

KNUTSEN, S. H., MYSLABODSKI D. E., LARSEN, B. A modified system of nomenclature for red algal galactans. **Botanica Marina** v.37, p.163-169,1994.

LAI, V.; WONG, P.; LI, C.; Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of κ -carrageenan. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1332–1337. 2000.

LANGENDORFF, V.; CUVELIER, G.; LAUNAY, B; MICHON, C; PARKER, A.; DE KRUIF, C. G.; Casein micelle/iota-carrageenan interactions in milk: Influence of temperature. **Food Hydrocolloids**, v.13, p. 211–218. 1999.

LUNARDELLO, K.; **Influência do uso combinado de hidrocolóides nas características do iogurte natural desnatado**. 2009. 60p. dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite) niversidade Norte do Paraná, Londrina, 2009.

LYNCH, M. G.; MULVIHILL, D. M.; Rheology of i-carrageenan gels containing caseins. **Food Hydrocolloids**, v.10, p. 151–157. 1996.

MCCLEMENTS, D. Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 7, p. 611-649, 2007.

MORRIS, V.; CHILVERS, G.; Rheological studies on specific ion forms of iota-carrageenate gels. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.32, p.1235–1241. 1981.

NETO, B.B., SCARMINIO, I.S., BRUNS, R.E. **Como Fazer Experimentos**. Campinas: Unicamp, 2002. 395p.

PARNELL-CLUNIES, E. M., KAKUDA, Y., MULLEN, K., ARNOTT, D. R., DEMAN, J. M. Physical properties of yogurt: a comparison of vat versus continuous heating systems of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2593-2603, 1986.

ROBINSON, R.K. **Modern Dairy Technology – Advances in Milk Processing** 2. ed. London: Chapman & Hall, v.1, 485p, 1994.

SCHORSCH, C.; JONES, M.; NORTON, I. Phase behavior of pure micellar casein/k-carrageenan systems in milk salt ultrafiltrated. **Food Hydrocolloids**. v.14, p.347-358, 2000.

SNOEREN, T. ; PAYENS, T.; , JEUNINK, J.; BOTH, P. Electrostatic interaction between k-carrageenan and k-casein. **Milchwissenschaft**, v.30, p. 393–396. 1975.

SOUKOULIS, C.; PANAGIOTIDIS, P.; KOURELI, R.; TZIA,C. Industrial yogurt manufacture: monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. **Journal Dairy Science**, v.90, p.2641-2654. 2007.

SPAGNUOLO, P.; DALGLEISH, D. ; GOFF, H.; MORRIS, E. Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. **Food Hydrocolloids**. v.19, p.371–37. 2005.

STANLEY, N. Production, properties and uses of carrageenan. In: **Fisheries Technical Paper**, v. 288, p. 116-146. 1987.

STATISTICA for Windows – Computer program manual. Tulsa: **Statsoft**, Inc., 1995

SYRBE, A.; BAUER, W.J.; KLOSTERMEYER, H. Polymer science concepts in dairy systems – An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. **International Dairy Journal**, v.8, p. 179-193, 1998.

TRCKOVÁ,J.; STETINA, J.; KÁNSKÝ, J. Influence of protein concentration on rheological properties of carrageenan gels in milk. **International Dairy Journal**. V.14, p.337-343, 2004

TZIBOULA, A; HORNE, D.S. The role of α_{s1} -casein in the structure of caprine casein micelles. **International Dairy Journal**, v.9, p.173–178. 1999.

VAN DE VELDE, F.; PEPPELMAN, H. A.; ROLLEMA, H. S.; TROMP, R. H.; On the structure of kappa/iota-hybrid carrageenans. **Carbohydrate Research**, v.331, p.271–283. 2001.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy Science and Technology**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.

WHISTLER, R.L.; BeMILLER, J. N. **Industrial Gums: polysaccharides and their derivatives**. New York: Academic Press, 1973.

YANES, M.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Effect of hydro-colloid type and concentration on flow behaviour and sensory properties of milk beverages model systems. **Food hydrocolloids**, v. 16, p. 605-611, 2002.