

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**KENNY SUEMY UEHARA
RAÍSSA ARANTES BARBOZA**

**APLICAÇÃO DE PECTINA EXTRAÍDA DE RESÍDUOS DE MARACUJÁ
(*Passiflora edulis f. flavicarpa*) COMO AGENTE ESTABILIZANTE EM
SORVETES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2013

KENNY SUEMY UEHARA
RAÍSSA ARANTES BARBOZA

**APLICAÇÃO DE PECTINA EXTRAÍDA DE RESÍDUOS DE
MARACUJÁ (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) COMO AGENTE
ESTABILIZANTE EM SORVETES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior em Tecnologia de Alimentos, da Coordenação de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr^a Maria
Helene Giovanetti Canteri

PONTA GROSSA

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Departamento de Alimentos
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DE PECTINA EXTRAÍDA DE RESÍDUOS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) COMO AGENTE ESTABILIZANTE EM SORVETES

por

KENNY SUEMI UEHARA
RAÍSSA ARANTES BARBOZA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 18 de dezembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Maria Helene Giovanetti Canteri
Prof.a Orientadora

Fernanda Mattioda
Membro titular

Flávia Marena
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Aos nossos pais e irmãos,
com amor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente aos nossos pais, irmãos e amigos pelo apoio, incentivo e compreensão.

À professora Dr^a. Maria Helene Giovanetti Canteri, pela dedicação em nos orientar e pela paciência em transmitir todo o seu conhecimento.

À professora Mestre Cleoci Beninca, pela oportunidade dada em trabalhar com o sorvete que foi o “ponta pé inicial” para o desenvolvimento deste trabalho.

À todos os professores de Tecnologia em Alimentos da UTFPR – Campus Ponta Grossa, pelo suporte dado durante a graduação.

À UTFPR, pelo espaço cedido, pela oportunidade dada para desenvolver o nosso conhecimento.

E acima de tudo a Deus, pela vida, pela força e pela fé que nos foi depositada.

Obrigada a todos que nos ajudaram a transformar mais um sonho em realidade.

“E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”

1 CORÍNTIOS 13:2

RESUMO

ARANTES, Raissa; UEHARA, Kenny. Aplicação de pectina extraída de resíduos de maracujá (*passiflora edulis f. flavicarpa*) como agente estabilizante em sorvetes. 2013. 30 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

Cerca de 70% do fruto do maracujá gera resíduos orgânicos, sendo a assim a pectina extraída da casca e uma alternativa para aplicação em caldas base de sorvete, substituindo parcialmente a gordura da formulação. O presente trabalho estudou a viabilidade de utilizar a pectina extraída dos resíduos do maracujá como agente estabilizante no sorvete. Esta pectina foi retirada de partes do maracujá, um subproduto que seria descartado, com uso de ácido fraco, a 80°C, 40 minutos e 50 mM de concentração de ácido nítrico, seguida de precipitação etanólica e desidratação em estufa a 50 °C. O sorvete produzido com pectina de maracujá extraída em bancada apresentou vantagens sobre o sorvete com calda base: superior retenção da forma, elevada capacidade de incorporação do ar (*overrun*), aumento da viscosidade e atraso no início do tempo de derretimento em até 30 minutos.

Palavras-chave: Estabilizantes; Pectina; *Overrun*; Viscosidade.

ABSTRACT

ARANTES,Raissa; UEHARA,Kenny. Application of pectin extracted from waste passion fruit (*passifloraedulis f. flavicarpa*) as a stabilizer in ice cream. 2013. 30 pages. Completion of course work in Food Technology - Federal Technology University - Parana.Ponta Grossa, 2013.

Abstract—About 70% of passion fruits generate organic waste, and thus the pectin extracted from the bark and an alternative base for application in ice cream syrups, partially replacing the fat in the formulation. The present work studied the feasibility of using the extracted pectin from passion fruit waste as a stabilizer in ice cream. This pectin was taken from parts of passion, a byproduct that would be discarded, using a weak acid, at 80 °C, 40 minutes and 50 mM concentration of nitric acid, followed by ethanol precipitation and dehydration in an oven at 50 °C . The ice cream produced with passion fruit pectin extracted bench presented advantages over the ice cream with syrup base: top shape retention, high capacity to incorporate air (overrun), increased viscosity and a delay time of melting within 30 minutes.

Keywords: Stabilizers; Pectin; *Overrun*; Viscosity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO PERICARPO DO MARACUJÁ.....	13
2.2 EXTRAÇÃO DA PECTINA.....	13
2.3 ELABORAÇÃO DA CALDA BASE	14
2.4 PREPARO DAS AMOSTRAS	15
2.5 ANÁLISE DE <i>OVERRUN</i>	16
2.6 ANÁLISE DE VISCOSIDADE	16
2.7 ANÁLISE DE DERRETIMENTO	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
3.1 <i>OVERRUN</i>	18
3.2 VISCOSIDADE	19
3.3 ANÁLISE DE DERRETIMENTO E RETENÇÃO DE FORMA	22
4 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A produção relativa de maracujá no país em 2012 foi de aproximadamente 776 mil toneladas segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O preço relativo do suco concentrado atingido no mercado internacional é dez vezes maior do que o de laranja ou de maçã e 50% da produção total é destinada a industrialização (CONFRUCTA STUDIEN,2009).

Porém a industrialização do fruto gera grande quantidade de resíduos orgânicos, muitas vezes utilizados na suplementação da alimentação animal. Aproximadamente 70% da massa total do fruto correspondem aos resíduos e, esse volume atinge mais de 200 mil toneladas de resíduo fresco, de grande interesse econômico, científico e tecnológico visando agregar valor a esses subprodutos. O pericarpo de maracujá, quando bem tratado e armazenado, pode ser utilizado como matéria-prima na obtenção de coprodutos com aplicação tecnológica e funcional na indústria alimentícia, como fibras dietéticas ou outros compostos bioativos (CANTERI,2010).

Uma alternativa é a produção industrial de pectina desenvolvida como uma indústria de subprodutos, utilizando resíduos da indústria alimentícia, principalmente das indústrias produtoras de sucos e bebidas de frutas. A pectina comercial é obtida a partir da extração ácida do albedo de frutas cítricas (20-30% de pectina) e de polpa de maçã (10-15% de pectina) (RIBEIRO, 2007).

As moléculas nativas presentes nas paredes celulares e nas camadas intercelulares de todas as plantas, a partir das quais as pectinas comerciais são obtidas, representam moléculas complexas, convertidas em galacturonoglicanos metil esterificados durante a extração com ácido. A pectina tem capacidade única de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido, ou na presença de íons cálcio. (FENNEMA, 2010)

A composição e as propriedades das pectinas variam de acordo com sua fonte de obtenção, o processo usado durante a preparação e os tratamentos subsequentes. Durante a extração com ácido, ocorre um pouco de despolimerização e hidrólise dos grupos éster metílico. Portanto, o termo pectina indica uma família de compostos. Esse termo é usado, em sentido geral, para designar as preparações

poli (ácido galacturônico) e (galacturonoglicano) solúveis em água, com conteúdos de éster metílico e graus de neutralização variados, capazes de formar géis. Em todas as pectinas naturais, alguns grupos carboxila são encontrados sob a forma de éster metílico. Dependendo das condições de manufatura, os grupos restantes de ácido carboxílico livre podem ser parcial ou completamente neutralizados, ou seja, parcial ou totalmente presentes como sódio, potássio ou grupos carboxilato de amônio. Em geral, estão presentes sob forma de sal de sódio.(FENNEMA,2010)

Por definição, preparações nas quais mais da metade dos grupos carboxila encontram-se sob a forma de éster metílico (-COOCH₃) são classificadas como pectinas de alto grau de metoxilação (HM), o restante dos grupos carboxila estão presentes como uma mistura de formas de ácido livre (-COOH) e de sal (p.ex. -COO⁻Na⁺). Preparações nas quais menos da metade dos grupos carboxila encontram-se sob a forma éster metílico são chamadas de pectina de baixo grau de metoxilação (LM). A porcentagem de grupos carboxila esterificados com metanol constitui o grau de esterificação (DE) ou grau de metilação (DM). (FENNEMA,2010)

A pectina extraída do pericarpo de maracujá, que de acordo com Canteri (2010) apresenta uma complexa cadeia constituída principalmente pelo ácido galacturônico, além de outros açúcares neutros nas cadeias laterais. O emprego deste hidrocoloide em alimentos está associado principalmente à sua propriedade espessante e geleificante que agem como estabilizantes.

Segundo a Portaria número 540 de 27 de Outubro de 1997, do Ministério da Saúde, estabilizante é uma substancia que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substancias imiscíveis em um alimento. O estabilizante favorece e mantém as características físicas de emulsões e suspensões.(BRASIL, 1997)

Os espessantes e geleificantes alimentícios, às vezes, chamados de gomas hidrossolúveis ou hidrocolóides são macromoléculas que se dissolvem e dispersam facilmente em água para produzir um aumento da viscosidade e em certos casos, um efeito geleificante. O poder espessante e geleificante das macromoléculas está sendo ampliada com outras propriedades, a de estabilizante e de emulsificante, com poder de reter água e suavizar a formação de suspensão com as proteínas (MULTON, 1988).

Uma das alternativas para utilização da pectina extraída do pericarpo do maracujá pode ser a aplicação em gelados comestíveis ou popularmente chamados sorvetes, devido ao elevado consumo no país, e também por este ser considerado um alimento rico em proteínas, vitaminas, açúcares e que pode ser facilmente enriquecido com fibras (CANTERI, 2010).

Gelados comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante armazenamento, transporte, comercialização e até chegar ao consumo (ANVISA, 2005).

É considerado um alimento nutritivo, pois contém como ingredientes um grupo de macronutrientes que garantem uma alimentação saudável, tais como carboidratos, proteínas e gorduras, responsáveis pelo fornecimento de energia, além de diversos processos vitais. É um alimento completo, pois contém proteínas, açúcares, gordura vegetal e/ou animal, vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, K, cálcio, fósforo e outros minerais essenciais numa nutrição balanceada. É um complemento alimentar de alto valor nutritivo, sem ser excessivamente calórico (INSUMOS, 2010).

Medida efetiva de controle de qualidade é a adição de estabilizantes durante o preparo da mistura. Dentre os estabilizantes utilizados na fabricação de sorvete, os polissacarídeos têm recebido atenção especial, devido ao baixo custo e suas inúmeras atribuições. Destacam-se a capacidade de retenção da água livre, que acaba retardando e evitando o crescimento exagerado de cristais de gelo e de açúcares no sorvete devido ao aumento da viscosidade e redução da mobilidade molecular. (FENNEMA, 2010)

Segundo Muhr & Blanshard (1986), apud Costa (2006), os hidrocoloides, que agem como estabilizantes, interferem na cristalização de gelo em sorvetes. A cremosidade final do produto depende do número de cristais de gelo e estes dependem da velocidade relativa de formação e de crescimento dos cristais.

O ponto ideal de textura de um sorvete resulta da combinação em proporções adequadas de estabilizantes e emulsificantes. Há estabilizantes e emulsificantes que

se dissolvem a frio, porém a grande maioria dissolve quando atinge temperaturas superiores a 65 °C, devido a este fato, para obter maiores benefícios, em termos de qualidade e rendimento, é obrigatória a pasteurização das caldas que contenham ligas neutras com estas funções (INSUMOS, 2010).

O agente emulsificante tem a propriedade de produzir uma emulsão entre dois ou mais produtos que não se misturam naturalmente. Sua função principal é aumentar a qualidade da massa, facilitando a incorporação de ar (*overrun*), resultando uma massa com textura suave e macia. As vantagens do uso de emulsificante, são de perfeita homogeneização da massa menor tempo para alcançar o volume desejado, maior resistência ao derretimento, menor diâmetro das bolhas de ar e menor tamanho dos cristais de gelo (INSUMOS, 2010)

Nos sorvetes há grande interferência da água por ser o único componente congelável da mistura, tem um papel importante na textura do sorvete: suave quando os cristais são pequenos e, áspera quando os cristais são grandes. Estes cristais fazem parte da água congelada, porém há uma parte da água que não cristaliza, denominada água livre. Com as mudanças de temperatura de estocagem, a água livre pode congelar, formando grades cristais, gerando uma textura grosseira ao sorvete. Tal problema, pode ser controlado com estabilizantes, que absorvem água livre, e os sólidos totais da mistura, regulando o crescimento dos cristais de gelo (FENNEMA, 2010).

O objetivo do trabalho foi verificar a viabilidade da aplicação da pectina extraída do pericarpo do maracujá como agente estabilizante em sorvetes convencionais e redução de gordura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DO PERICARPO DO MARACUJÁ

Para o preparo da farinha, foram utilizados aproximadamente cinco quilos (5 kg) de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), considerado apenas o resíduo do maracujá. O pericarpo, popularmente conhecido como casca, foi retirado em descascador depois da remoção interna da polpa. Foi realizado o branqueamento do pericarpo em imersão por três minutos em água em ebulição e mais três minutos em água gelada (4°C).

O pericarpo foi centrifugado para eliminação do excesso de água em centrífuga de sucos em sacos de tecido sintético. As amostras foram colocadas em estufa de circulação de ar, a 50°C, por 24 horas. Após a desidratação, o pericarpo desidratado foi triturado em moinho de facas, com um rendimento de 200 gramas de farinha.

2.2 EXTRAÇÃO DA PECTINA

Para obtenção de 20 gramas de pectina foi necessário utilizar 200 gramas de farinha do pericarpo do maracujá, extraída em batelada (cinquenta frascos Erlenmeyer). Foram adicionados 4 gramas de farinha do mesocarpo do maracujá em cada frasco com 100 mL de água destilada, em repouso por 15 minutos e aquecido em banho-maria até atingir a temperatura de 80°C.

Para a extração ácida foi preparada uma solução A de ácido nítrico, com 70 mL de ácido para 1000 mL de água destilada no balão volumétrico, aquecida a 90°C em banho-maria e uma segunda solução B de ácido nítrico preparada com 10 mL da solução A mais 90 mL de água destilada. A solução B e a mistura da suspensão de farinha do pericarpo do maracujá com água destilada foram aquecidas até atingirem a temperatura de 80°C. Quando as duas soluções atingiram a temperatura desejada,

foram misturadas e aquecidas em banho-maria durante 40 minutos, com agitação ocasional.

Após o tempo de extração, a mistura foi resfriada em refrigerador convencional, filtrada em tecido sintético e precipitada com 400 mL de etanol 96°GL. Desse processo de precipitação foi obtido um gel da pectina, que foi prensada em filtros de tecido sintético e desidratada em estufa de circulação de ar a 40°C, por 12 horas. Após esta operação, foi triturada no moinho de facas para obtenção do pó de pectina.

As pectinas comerciais de alta metoxilação e a de baixa metoxilação foram fornecidas pela CPKelco, a Huber Company[®]. As amostras utilizadas foram GENU[®]Pectin tipo LM 18-CG com grau de esterificação de 34,8% e GENU[®]Pectin tipo 105 com grau de esterificação de 67 a 73%.

2.3 ELABORAÇÃO DA CALDA BASE

A formulação utilizada para a elaboração da calda base tem como ingredientes leite integral, açúcar, glucose, gordura vegetal hidrogenada, creme de leite pasteurizado, leite em pó, liga neutra[®], Emustab[®], saborizante de creme (Tabela 1). Acrescido de 200 mL de água destilada, adicionada para dissolução da pectina.

Tabela 1 - Formulação da calda base para produção de sorvete

Ingrediente	Quantidade
Leite integral	2L
Açúcar	0,3 kg
Glucose de milho	0,2 kg
Gordura vegetal	0,15 kg
Creme de leite fresco	0,13 kg
Leite em pó	0, 13 kg
Liga neutra	0,02 kg
Emustab	0,02 kg
Saborizante	0.04 kg

Fonte: BENINCA (2011)

2.4 PREPARODAS AMOSTRAS

Foram preparadas sete amostras de sorvete: amostra 1 com a formulação da calda base; amostras 2, 3 e 4, seguindo a formulação da calda base, somente com a adição de pectina sem qualquer outra alteração na formulação e amostras 5, 6 e 7, com redução na porcentagem de gordura vegetal hidrogenada e adição de pectina no preparo (Tabela 2).

Tabela 2 – Tipos de pectina presente nas amostras de sorvete

Amostra	Redução de gordura	Pectina	Especificação
1	-	Ausente	-
2	-	Presente	Baixa Metoxilação (comercial)
3	-	Presente	Alta Metoxilação (comercial)
4	-	Presente	Extraída do albedo de maracujá
5	Sim	Presente	Baixa Metoxilação (comercial)
6	Sim	Presente	Alta Metoxilação (comercial)
7	Sim	Presente	Extraída do albedo de maracujá

Fonte: Autoria própria (2013)

As amostras 5, 6 e 7 foram obtidas durante a Iniciação Científica 2011/2012. Os resultados foram retomados neste trabalho com o objetivo de realizar uma comparação entre amostras sem redução de gordura e com adição de pectina, a fim de analisar o comportamento desta, como agente estabilizante em sorvetes quanto à quantidade de gordura. O preparo das amostras com redução parcial de gordura hidrogenada, constituiu na adição da solução de pectina hidratada na mistura dos ingredientes, exceto do emustab®. Homogeneizada em batedeira e armazenada no ultra freezer a -80 °C por 35. Foram adicionada de 10 gramas restantes de emustab® e batido novamente na batedeira. O sorvete foi armazenado em freezer para análises posteriores. Para as amostras com aplicação de pectina em substituição parcial da gordura, a formulação da calda base com teor de 7,5% de gordura foi adaptada com base a aplicação de 4% de gordura (SERENATO, CHAVES, 2011).

Nas amostras 2, 3, 5 e 6 foi adicionado pectina 1% (CPKELCO, 2013), e nas amostras 4 e 7 foi adicionado 1% de pectina extraída do albedo do maracujá. A

pectina foi previamente diluída em 200 mL de água destilada à temperatura ambiente ($\pm 20^\circ\text{C}$), e aquecida à 50°C em estufa de circulação de ar por 24 horas. Após a diluição, as mesmas foram adicionadas à calda base e posteriormente seguiu-se com o batimento, e foram armazenadas em freezer para realização das análises de incorporação de ar (*overrun*), derretimento e viscosidade cinemática.

2.5 ANÁLISE DE *OVERRUN*

Na análise de ar incorporado (*overrun*), as amostras foram acondicionadas em béquer de 100 mL em estufa de circulação de ar, entre $25\text{--}30^\circ\text{C}$, durante 12 horas. Marcaram-se os volumes resultantes das caldas, ignorando a parte espumosa do sorvete. A diferença entre os volumes inicial (V_i) e final (V_f) resulta no percentual de ar incorporado (*overrun*), calculado através da Equação 1. A análise foi realizada em triplicata.

Equação 1: *Overrun*

$$\% \textit{overrun} = (V_i - V_f) / V_f \times 100 \quad (1)$$

V_f = Volume final

V_i = Volume inicial

2.6 ANÁLISE DE VISCOSIDADE

A análise de viscosidade foi realizada em viscosímetro de Copo Ford nº 2 para amostra 1 e nº 4 para as demais amostras. As amostras foram aquecidas em banho-maria até atingirem 34°C para retirada de ar da calda e foram submetidas as análises quando atingiram a temperatura ambiente. A análise foi realizada em triplicata. Para os cálculos utilizaram-se as Equações 2 e 3:

Equação 2: Viscosidade cinemática orifício nº 2

$$\text{Viscosidade cinemática (orifício nº 2)} = 2,388t - 0,007t^2 - 57,008 \quad (2)$$

Equação 3: Viscosidade cinemática orifício nº4

$$\text{Viscosidade cinemática (orifício nº4)} = 3,846t - 17,300 \quad (3)$$

Onde t= tempo de escoamento da amostra; entre 20 e 100 s.

Fonte: Metalurgia Leonardo Ltda., 2013

As análises foram realizadas em triplicata, aplicou-se ANOVA, para verificar se houve diferença significativa entre as amostras e o teste de Tukey, a nível de significância de 1%, quando necessário para identificar as diferenças, utilizou-se o software utilizado foi o SASM-AGRI (CANTERI et al., 2010).

2.7 ANÁLISE DE DERRETIMENTO

A análise foi adaptada de Rechsteiner (2009). Pesou-se 50g de cada amostra em forma de bolas, acondicionadas sobre uma tela e esta colocada sobre recipiente de coleta da calda do sorvete derretido. Os coletores foram pesados durante 60 minutos em intervalos de 5 minutos, em temperatura de 21°C (temperatura ambiente), as análises foram realizadas em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A adição de pectina na formulação da calda base tem a função de agente estabilizante, proporcionando ligação com a água livre presente no produto. Isso promove melhoria das propriedades de batimento e derretimento, aumentando a viscosidade da calda, evitando a separação do soro e proporcionando estabilidade durante o armazenamento. A pectina evita que os cristais de gelo descongelem e recristalizem, dando ao produto final um aspecto arenoso, fato que ocorre quando há oscilações de temperatura durante o período de armazenamento (FENNEMA, 2005).

Segundo Serenato et al (2011), a aplicação de goma xantana em substituição parcial da gordura no gelado comestível apresentou bons resultados em relação à viscosidade, retenção de forma e *overrun* com uma formulação com 4% de gordura e 0,05% de goma xantana.

3.1 OVERRUN

A Tabela 3 indica as porcentagens de incorporação de ar nas sete amostras de sorvete desenvolvidas.

Tabela 3 – Resultados da Análise de Overrun em amostras de sorvete com pectina e controle

Amostra	Redução de gordura	Pectina	Especificação	Overrun (%)
1	-	Ausente	-	50
2	-	Presente	BM (comercial)	75
3	-	Presente	AM (comercial)	50
4	-	Presente	Bancada	100
5	Sim	Presente	BM (comercial)	92,7
6	Sim	Presente	AM (comercial)	88,8
7	Sim	Presente	Bancada	100

BM- pectina de baixa metoxilação, AM- pectina de alta metoxilação, Bancada- pectina extraída em laboratório, sem definição do grau de esterificação

Fonte: Autoria própria (2013)

A quantidade de ar incorporado resulta em leveza e maciez do produto final. Conforme a tabela, ao se comparar os resultados entre as amostras com mesma variedade de pectina, observa-se que onde houve redução parcial de gordura, a incorporação de ar foi maior em relação às amostras sem esta redução. Entretanto, as amostras contendo a pectina extraída do albedo de maracujá obtiveram mesma porcentagem de incorporação de ar, independente da redução parcial de gordura hidrogenada. As amostras com pectina de baixa metoxilação apresentaram maior incorporação de ar.

A capacidade de incorporação de ar da pectina de bancada foi similar à pectina de baixa metoxilação. Deve-se ressaltar que a partir das observações práticas na formulação do sorvete, a análise de *overruné* de difícil padronização. Sofre influência de vários fatores como: capacidade emulsificante, velocidade de agitação, tipo de equipamento utilizado, temperatura inicial e final das amostras, temperatura ambiente, volume da calda base e a tensão superficial das bolhas de ar incorporadas ao produto.

3.2 VISCOSIDADE

Os resultados da análise da viscosidade cinemática estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados da Análise da Viscosidade Cinemática de amostras de sorvete com adição de pectina a 21 °C

Amostra	Redução de gordura	Pectina	Especificação	Média do tempo de escoamento (segundos)	Viscosidade (cts)*	Desvio Padrão Relativo (DPR)
1	-	Ausente	-	42,38**	31,62 ^d	7,48%
2	-	Presente	BM (comercial)	37,46	120,36 ^c	9,46%
3	-	Presente	AM (comercial)	34,59	115,73 ^c	4,61%
4	-	Presente	Bancada	46,84	162,86 ^b	3,94%
5	Sim	Presente	BM (comercial)	35,79	97,33 ^c	12,51%
6	Sim	Presente	AM (comercial)	38,59	131,11 ^{bc}	2,65%
7	Sim	Presente	Bancada	85,34	310,91 ^a	10,31%

BM- pectina de baixa metoxilação, AM- pectina de alta metoxilação, Bancada- pectina extraída em laboratório, sem definição do grau de esterificação, cts= centistokes

* 100 centistokes = 1 cm²/s = 0,0001 m²s⁻¹

** Viscosidade determinada em orifício 2; os demais ensaios foram realizados no orifício 4, para que o tempo resulte entre 20 e 100 segundos.

Fonte: Aatoria própria (2013)

Comparando o tempo de escoamento entre as amostras com mesmo tipo de pectina, nota-se que as amostras com redução parcial de gordura hidrogenada apresentaram maior média no tempo de escoamento, comparadas às amostras sem redução consequente apresentaram maior viscosidade cinemática. Uma possível explicação deve-se a capacidade da pectina em formar colóides estáveis em presença de água, comportamento que não se repete na presença de óleo.

Ensaio realizado em laboratório sobre a capacidade de retenção de óleo com a pectina indicaram que não houve interação de alta ou de baixa metoxilação, com óleo de soja. Ou seja, existe uma espécie de antagonismo entre uma substância lipídica e um hidrocoloide, o que pode dificultar a formação da rede de emulsão que constitui o sorvete.

Observando o teste de Tukey (Tabela 4), pode-se concluir que a um nível de significância de 1%, houve diferença significativa na viscosidade das amostras. A pectina de bancada produziu um aumento na viscosidade cerca de dez vezes maior comparado à amostra controle (sem pectina e sem redução de gordura).

O comportamento reológico da pectina de bancada foi similar a pectina de alta metoxilação comercial com redução de gordura.

Para analisar o efeito da redução de gordura e do tipo de pectina sobre a viscosidade do sorvete, foi elaborado um planejamento experimental 2^2 (Tabela 4), com os resultados apresentados na tabela 5.

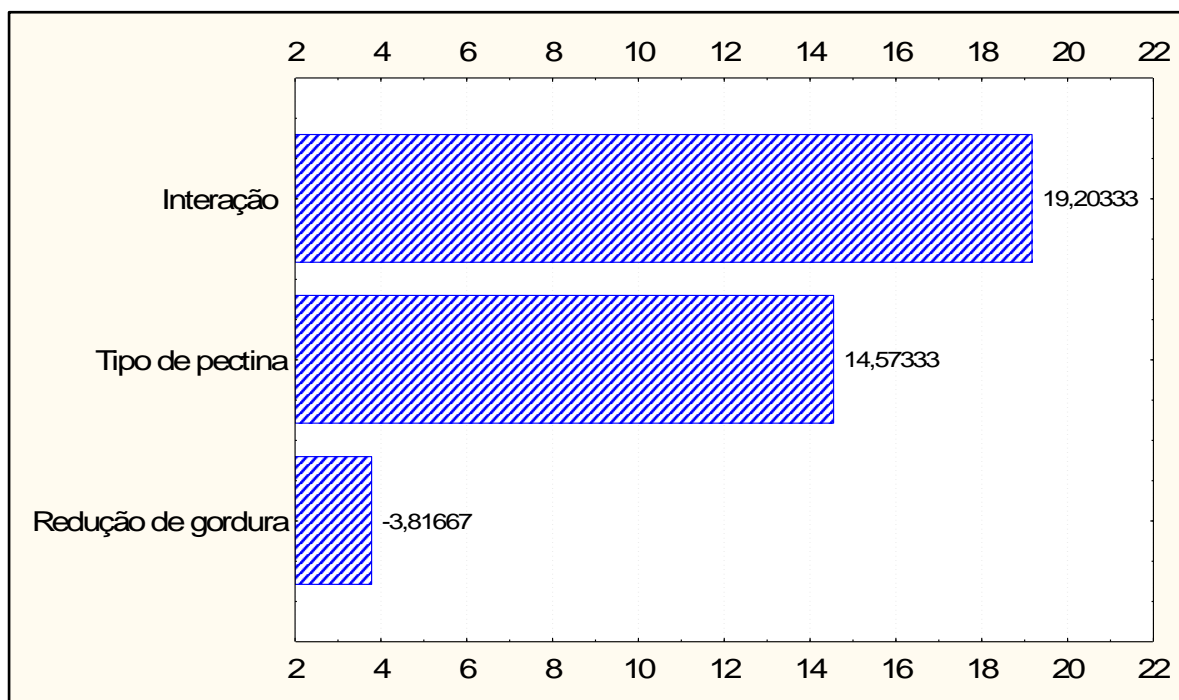
Tabela 5- Codificação dos fatores utilizados para cálculo dos efeitos de fatores sobre a viscosidade do sorvete

Ensaio	Redução de gordura	Tipo de pectina
2	Ausente (-1)	Baixa metoxilação comercial (-1)
3	Ausente (-1)	Alta metoxilação comercial (1)
5	Presente (+1)	Baixa metoxilação comercial (-1)
6	Presente (+1)	Alta metoxilação comercial (1)

Fonte: A autoria própria, 2013

O resultado dessa análise está indicado na Figura 1. Quando há o aumento do grau de esterificação da pectina, passando da pectina de baixa metoxilação para a de alta, aumenta-se a viscosidade da pectina em 14 unidades, ou seja, esse efeito é diretamente proporcional. Quando se promove a redução de gordura, o efeito é inversamente proporcional, com redução da viscosidade em quase 4 unidades. O maior efeito é referente a interação entre o grau de esterificação da pectina e a redução do teor de gordura, com aumento de 20 unidades quando avaliados concomitantemente.

Figura 1. Peso dos efeitos (tipo de pectina e redução de gordura) sobre a viscosidade do sorvete.



Fonte: Autoria própria, 2013

3.3 ANÁLISE DE DERRETIMENTO E RETENÇÃO DE FORMA

A tabela 6 mostra o resultado da análise de derretimento, em que a massa de sorvete derretido é relacionada com o tempo.

Tabela 6 - Massa cumulativa derretida do sorvete em relação ao tempo

Tempo (min)	Sem redução de gordura				Com redução de gordura		
	1	2	3	4	5	6	7
	Amostra Base	PectinaBM	Pectina AM	Pectina Bancada	Pectina BM	Pectina AM	Pectina Bancada
5'	0	0	0	0	0	0	0
10'	0,51	0	0	0	0	0	0
15'	5,22	1,5	0	0	0	0	0
20'	13,66	9,11	6,59	3,4	0	0	0
25'	23,19	17,61	16,77	15,35	0	0,05	0
30'	31,81	26,2	27,78	24,24	0,18	1,21	0,5
35'	38,86	33,61	34,42	33,46	2,17	2,99	3,19
40'	45,7	39,02	42,35	41,27	3,43	6,1	6,85
45'	48,51	42,17	46,54	46,69	4,73	11,34	9,33
50'	49,02	42,44	46,74	46,92	5,88	16,43	16,11
55'	49,17	42,66	46,74	46,91	7,02	19,33	19,56
60'	49,23	42,72	46,86	46,95	7,47	21,32	21,84

BM- pectina de baixa metoxilação, AM- pectina de alta metoxilação, Bancada- pectina extraída em laboratório, sem definição.

Fonte: Autoria própria (2013)

Indicada na tabela, a amostra de número 1 possui menor capacidade de retenção de forma, pois iniciou o seu derretimento nos primeiros 5 e 10 minutos, o que não acontece com as outras amostras. Já as amostras 3 e 4 apresentaram boa capacidade de retenção de forma, pois iniciaram o seu derretimento somente após os 15 e 20 minutos do início da análise. Isso pode ser justificado devido a amostra número 1 possui maior quantidade de água livre em sua composição, facilitando seu derretimento. Nas demais amostras, a água apresenta-se ligada às moléculas de pectina, um polímero, formando géis ou coloides, facilitando a retenção da forma e dificultando o derretimento do sorvete.

Compatível com Serenato et al (2011) e em contradição com Rechsteiner (2009) os resultados obtidos apontam que as amostras com teor de gordura reduzido apresentaram maior estabilidade e resistência ao derretimento, mantendo sua forma por mais tempo em comparação às amostras com redução no teor de gordura. O resultado da análise comparado ao comportamento das amostras revela o poder estabilizante e retentor de água na relação entre a presença de pectina em substituição parcial ao teor de gordura.

A pectina também pode ser utilizada como fonte de fibras e é uma ótima aliada para reduzir a formação de grandes cristais de gelo, sendo maior inimigo das indústrias de gelado comestível. A ação como agente estabilizante da pectina extraída do albedo de maracujá é potencializada quando há redução parcial de gordura, pelo fato da mesma também possuir a função de estabilizante. Isto se deve a competição entre pectina e gordura, pois a pectina para potencializar seu efeito necessita da água como aliado em sua dissolução, já a gordura, no caso do sorvete e em presença de um emulsificante, forma uma emulsão gordura/água, reduzindo a disponibilidade de água para interagir com a pectina. Quando a gordura não é reduzida, a eficácia da pectina é reduzida.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a aplicação da pectina extraída do maracujá como estabilizantes em sorvetes é viável, garante que o produto possua uma boa retenção da forma, alta capacidade de incorporar ar (alto *overrun*) e também benefícios a relacionadas à viscosidade.

De acordo com as análises verificou-se também que a adição da pectina foi mais efetiva quando há uma redução de gordura.

A formulação com redução de gordura e adição de pectina de bancada iniciou seu derretimento aos 30 minutos, em relação a calda base (10 min.) e sorvete convencional com adição de pectina comercial, tanto de alta como de baixa metoxilação (15 e 20 min.).

Houve aumento da incorporação de ar (100%) com o uso da pectina de bancada, tanto no sorvete convencional, quanto na formulação com redução de gordura.

A viscosidade do sorvete com a pectina de bancada foi similar à formulação com pectina de alta metoxilação, com aumento significativo dos valores reológicos.

Para o consumidor, a aplicação de pectina em sorvetes promove maior estabilidade, com maior tempo para o início do derretimento e retenção de forma, bem como maior cremosidade, decorrente do aumento da viscosidade.

Ou seja, o sorvete apresenta potencial para ser explorado pela indústria de alimentos, pois há a redução parcial de gordura, além das fibras solúveis presente no produto, o que pode gerar um apelo funcional e tecnológico de acordo com os resultados apresentados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Diretiva Colegiada - RDC n. 266, de 22/09/2005 - **Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis**. Disponível em:<www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 21 jul. 2013.

BENINCA, Cleoci. **Formulação do sorvete**. Ponta Grossa: UTFPR, 08/08/2011. Palestra ministrada aos alunos de Tecnologia de Alimentos, UTFPR, 2011.

BRASIL. do Ministério da Saúde .Legislação Brasileira, **Portaria número 540 de 27 de outubro de 1997**.

CANTERI, Maria H.G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)** Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Université D'Avignon et pays de Vaucluse. 2010

CONFRUCTA STUDIEN. **Gráficos comparativos sobre valor de mercado de suco concentrado de frutas**, nov. 2009.

COSTA, F.F. **Efeitos de aditivos de cristalização do sorvete**, Dissertação do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais 2006.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Tradução de Pedro Roncales Rabinal; et al. Zaragoza: Acribia, 1993. Tradução de: FoodChemistry.

INSUMOS. **Estabilizantes em sorvetes**. Revista Sorvetes e Casquinhas, 2010. Disponível em:<http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf> acesso em 6 nov. 2013.

Metalurgia Leonardo Ltda., Equações da viscosidade cinética, 2013.

MULTON, J.L. **Aditivos y auxiliares de fabricación em las industrias agroalimentarias**, v.1, p. 299. Ed. Acribia, S.A. 1998.

RECHSTEINER, Mariana S. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. 2009.167f. Tese de Doutorado em Agronomia- Área de concentração em Energia na Agricultura. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2009.

RIBEIRO, Eliana P. **Química de alimentos**/ Eliana Paula Ribeiro, Elisena A.G. Seravalli. 2^a ed. São Paulo: Blucher, 2007.

SERENATO, Gabriela Cristina. CHAVES, Rosana Venancio. **Substituição parcial de gordura em gelado comestível utilizando goma xantana**. Trabalho de Conclusão de Curso. 81 f. 2011. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, PR.

THEOTO. **Aditivos em sorvetes**, 2001. Disponível em <http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>. Acesso em 20jul.2013.