

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SILVIA ELIZABETH MATIAUDA PINANEZ

**COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DESENVOLVIDAS COM MANGA
E MARACUJÁ E ADICIONADAS DE MUCILAGEM DE CHIA**

MEDIANEIRA

2023

SILVIA ELIZABETH MATIAUDA PINANEZ

**COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DESENVOLVIDAS COM MANGA
E MARACUJÁ E ADICIONADAS DE MUCILAGEM DE CHIA**

**Rheological behavior of jellies developed with mango and passion fruit and
added chia mucilage**

Trabalho de conclusão de curso de graduação,
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador(a): Profa. Dra. Gláucia Cristina Moreira

Coorientador(a): Profa. Dra. Daiane Cristina Lenhard

MEDIANEIRA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SILVIA ELIZABETH MATIAUDA PINANEZ

**COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DESENVOLVIDAS COM MANGA
E MARACUJÁ E ADICIONADAS DE MUCILAGEM DE CHIA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação,
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 20/novembro/2023

Profa. Dra. Gláucia Cristina Moreira
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. Daiane Cristina Lenhard
Doutorado em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Msc. Eliana Maria Baldissera
Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. Nádia Cristiane Steinmacher
Doutorado em Ciências de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2023

Dedico este trabalho ao meu pai (*in memoriam*),
meu maior incentivador desde o início.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a quem esteve comigo desde o início, minha família e principalmente meu pai, que hoje não está fisicamente comigo, mas é a estrela mais brilhante do céu que ilumina cada passo do meu andar.

Ao meu companheiro e pai da minha filha, Salomón, por ser um grande parceiro nessa jornada e a toda sua família, que me acolheram com muito carinho e que os considero como uma família também, sem dúvidas, eles são parte desta conquista.

Agradeço também aos professores da UTFPR, aos que me orientaram com muito profissionalismo e principalmente às professoras Gláucia e Daiane, pela sua dedicação e paciência durante o projeto. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho.

Chegar até aqui foi um caminho muito longo onde conheci pessoas que de alguma forma me ajudaram a alcançar este objetivo, agradecer a cada uma não seria possível, mas espero que Deus lhes retribua por aquele apoio que um dia me deram e que foi muito importante para eu não desistir.

A autora agradece à CEANMED – Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, Paraná, Brasil, pelos ensaios realizados.

RESUMO

A geleia é um método de conservação para as frutas que utiliza o calor e o açúcar como meio para prolongar a vida útil do alimento. A chia possui característica de geleificação, além de possuir alto teor de fibras e proteínas de alto valor biológico. Quando a semente de chia entra em contato com a água, libera um gel transparente e mucilaginoso que é composto principalmente de fibras. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma geleia de manga e maracujá, com substituição da pectina por mucilagem de chia, visando melhorar a qualidade nutricional do alimento final. Foi elaborada uma formulação padrão com 50% da polpa dos frutos, 50% de açúcar, 0,50% de pectina (em relação a massa do açúcar) e 0,65% de ácido cítrico (em relação a massa do açúcar), também foram elaboradas formulações de geleia extra com diferentes concentrações de mucilagem de chia, todas seguindo as Boas Práticas de Fabricação e o padrão de identidade e qualidade da geleia. Para todas as formulações foi determinada a medida instrumental de cor, o pH, teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez titulável, atividade de água e o comportamento reológico. Todas as análises das formulações ficaram dentro do preconizado pela legislação exceto o teor de sólidos solúveis, pois fez-se necessário interromper a cocção para garantir uma boa espalhabilidade da geleia. O comportamento reológico das geleias foi caracterizado como não-newtoniano pseudoplástico e os modelos que melhor ajustaram aos dados experimentais foram os modelos de Ostwald de Waelle, Casson e Bingham. Os resultados obtidos mostraram que, nas condições estudadas, a mucilagem de chia apresenta potencial para substituir a pectina em geleias de manga e maracujá, uma vez que a sua substituição não afetou as características físico-químicas e reológicas realizadas, podendo melhorá-las nutricionalmente, devido ao alto teor de fibras e ácidos graxos poli-insaturados.

Palavras-chave: açúcar; alimentos-análise; frutas-indústria; pectina.

ABSTRACT

Jelly is a method of preserving fruits that uses heat and sugar to extend the shelf life of the food. Chia has a gelling characteristic in addition to having a high fiber content and proteins of high biological value. When chia seeds come into contact with water, they release a clear, mucilaginous gel that is mainly made up of fiber. The objective of this work was to develop a mango and passion fruit jelly, replacing pectin with chia mucilage, aiming to improve the nutritional quality of the final food. A standard formulation was prepared with 50% fruit pulp, 50% sugar, 0.50% pectin (referring to sugar mass) and 0.65% citric acid (referring to sugar mass). extra jelly formulations with different concentrations of chia mucilage, all of them following Good Manufacturing Practices and the standard of identity and quality of the jelly. For all formulations, the instrumental measurement of color, pH, soluble solids content ($^{\circ}$ Brix), titratable acidity, water activity and the rheological behavior of the jellies prepared were determined. All analyzes of the formulations were within the standards recommended by legislation, except for the soluble solids content, as it was necessary to interrupt cooking to ensure good spreadability of the jelly. The rheological behavior of the jellies was characterized as pseudoplastic non-Newtonian and the models that best fit the experimental data were the Ostwald models of Waelle, Casson and Bingham. The results obtained demonstrated that, under the conditions studied, chia mucilage has the potential to replace pectin in mango and passion fruit jellies, since its replacement did not affect the physical-chemical and rheological characteristics achieved, being able to improve them nutritionally, due to the high content of fiber and polyunsaturated fatty acids.

Keywords: sugar; food analysis; fruit industry; pectin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Manga	14
Figura 2 - Sementes de chia	17
Figura 3 - Características da geleia de acordo com a combinação pectina, açúcar e acidez	20
Figura 4 - Classificação dos fluidos reológicos.....	22
Figura 5 - Fluxograma para elaboração de geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia.....	25
Figura 6 – Geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia	32
Figura 7 – Perfil da viscosidade das geleias em relação à taxa de cisalhamento onde (●) indica a subida do comportamento e (○) indica a descida do comportamento reológico para as formulações: a) F1; b) F2; c) F3 ; d) F4 ; e) F5; f) F6.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações de geleias produzidas com substituição da pectina por mucilagem de chia.....	24
Tabela 2 - Modelos matemáticos para o comportamento reológico de fluidos.....	27
Tabela 3 - Parâmetros estatísticos para avaliação do ajuste dos dados experimentais	28
Tabela 4- Análises físico-químicas da geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia.....	29
Tabela 5 – Componentes colorímetros da geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia.....	31
Tabela 6 – Ajuste dos modelos de Bingham, Casson e Oswald de Waelle para as diferentes formulações de geleia para rampa de subida.	35
Tabela 7- Parâmetros do modelo de Bingham, Casson e Oswald de Waelle para as formulações de geleia e R ² do ajuste dos dados experimentais para a rampa de descida	36
Tabela 8 - Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F1	46
Tabela 9 - Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F2	47
Tabela 10- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F3	48
Tabela 11- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F4	49
Tabela 12- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F5	50
Tabela 13- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F6	51
Tabela 14- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F1	52
Tabela 15- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F2	53

Tabela 16- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F3	54
Tabela 17- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F4	55
Tabela 18- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F5	56
Tabela 19- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F6	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Manga	14
3.2 Maracujá	15
3.3 Chia	16
3.4 Geleia	19
3.5 Reologia	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Material	23
4.2 Métodos	23
5.3 Análises	25
5.3.1 Análises físico-químicas	25
5.3.2 Reologia	26
5.3.3 Análise estatística	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 Análises físico-químicas da geleia	29
5.2 Comportamento reológico	32
6 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE A	46

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos processados são definidos como aqueles que, devidamente acondicionados, possuem uma vida útil acima da alcançada em estado *in natura* e o principal objetivo é retardar a deterioração preservando seus nutrientes por um maior período (DA MELLO *et al.*, 2018).

Pela legislação vigente no Brasil, a geleia é definida como “o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com água e açúcar sendo concentrado até consistência gelatinosa” (BRASIL, 1978).

Para a elaboração da geleia são necessários os componentes básicos: fruta, pectina, ácido e açúcar, sendo que a quantidade e a ordem de adição dos ingredientes durante o processamento definem a qualidade do produto. A relação entre a pectina, o açúcar e o ácido devem ser otimizados para que o produto adquira a consistência desejada (DA MELLO *et al.*, 2018).

A mangueira é uma árvore frutífera de clima tropical e o seu cultivo se dá nas regiões tropicais do planeta (INSTITUTO FNP, 2010). O clima mais adequado ao seu cultivo se encontra no Nordeste, onde o mesmo produziu cerca de 1,093 milhões de toneladas de manga no ano de 2019 (IBGE, 2020).

Segundo Ramos de Oliveira *et al.*, (2010) a mangicultura se destaca no país devido a expansão da área cultivada, altos rendimentos, qualidade dos frutos produzidos e volume de produção, assim como a capacidade de escalonar a produção anualmente, o que potencializa a infraestrutura da propriedade e incrementa o acesso aos mercados facilitando a comercialização em épocas adequadas.

O gênero *Passiflora* possui mais de 400 espécies, sendo que 120 são originárias do Brasil (BERNACCI, 2003). Dentre elas temos o maracujá que é rico em vitamina C, cálcio e fósforo e sua importância econômica se baseia na industrialização do suco concentrado (IBGE, 2002).

Para Peiretti e Gai (2009) a chia (*Salvia hispânica* L.) é uma grande aliada para a nutrição humana, pois contém uma quantidade significativa de ácidos graxos essenciais, proteínas e fibras.

A semente de chia tem a capacidade de formar um gel transparente mucilaginoso quando imersa em água, esse fenômeno ocorre devido a presença de fibras solúveis nas sementes. A mucilagem de chia permite melhorar as

características de textura e valor nutricional de produtos alimentícios (LIN *et al.*, 1994).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo a elaboração de geleia de manga e maracujá com substituição da pectina por mucilagem de chia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o comportamento reológico de geleias desenvolvidas com manga e maracujá, com adição de mucilagem de chia em substituição da pectina.

2.2 Objetivos específicos

- Extrair a mucilagem da chia;
- Desenvolver diferentes formulações de geleias com mucilagem de chia e comparar com a formulação padrão;
- Caracterizar as geleias elaboradas com as seguintes análises físico-químicas: acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis, atividade de água e medida instrumental de cor;
- Comparar a viscosidade e o comportamento reológico das diferentes formulações de geleia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Manga

De origem indiana, a mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma planta dicotiledônea, perene, de folhagem verde e vigorosa (NUNES, 1992).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2021 o Brasil produziu cerca de 1,5 milhões de toneladas de manga em uma área de 76.061 hectares, onde o rendimento médio foi de 19.792 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2022).

O cultivo da mangueira pode ser feito tanto em solos arenosos quanto nos argilosos (FONSECA *et al.*, 2006), com isso a mesma é produzida em todas as regiões brasileiras, sendo que o cultivo se encontra intensificado nas regiões Nordeste e Sudeste (FÁVERO, 2008).

A escolha da variedade que irá ser cultivada é considerada um fator econômico importante, e deve apresentar características como: boa produtividade, coloração atraente, doçura na polpa, resistência ao manuseio, entre outros. Em vista disso, a manga Tommy Atkins (figura 1) é a variedade mais cultivada no Brasil e a mais exportada para os Estados Unidos (NMB, 2020).

Figura 1 - Manga



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mango_TommyAtkins04_Asit.jp (2022)

De acordo com Cardello e Cardello (1998), as características da manga se diferenciam conforme o sistema de cultivo, estágio de maturação entre outros fatores, sendo que a água é o principal componente dessa fruta, seguida dos carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos.

A manga se destaca no conteúdo de vitamina A (carotenoides), vitamina C (ácido ascórbico), e pequenas quantidades de vitaminas do complexo B (MONTEIRO, 2009). Com estas vitaminas, o fruto apresenta excelente atividade antioxidante, atuando na retardação de velocidade da reação de oxidação, protegendo o organismo contra espécies reativas de oxigênio e contra a peroxidação lipídica nas membranas celulares e, com isso, contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares e cânceres (SOARES; JOSÉ, 2013).

Para evitar perdas devido a causas intrínsecas como a respiração, senescência e transpiração, ou perdas por causas extrínsecas como danos mecânicos, temperatura, umidade relativa do ar e contaminações por patógenos, a fruta precisa de cuidados e manuseio adequado na pós-colheita, já que é uma fruta climatérica (COSTA; SANTOS, 2004).

A manga é consumida principalmente *in natura*, porém pode ser industrializada em produtos como: polpa, sucos, néctares, sorvetes, geleias, compotas, entre outros (FONSECA *et al.*, 2006).

3.2 Maracujá

O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é uma planta tropical que pertence à família *Passifloraceae*, que abrange cerca de 500 espécies identificadas das quais aproximadamente 150 são originárias do Brasil. É uma planta trepadeira que depende de polinização cruzada (MELETTI, 2005; FILHO; LEITE; RAMOS, 2015). Os frutos comercialmente cultivados no Brasil são: o amarelo ou azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e o doce (*Passiflora alata*) (VENTURINI FILHO, 2005).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2021 houve uma área destinada ao cultivo de 44.827 hectares. A produção de maracujá neste mesmo ano foi de 683.993 toneladas e o rendimento médio foi de 15.259 Kg.ha⁻¹ (IBGE, 2022).

A presença de β -caroteno no maracujá é responsável pela cor amarelada típica do suco. O acúmulo desses componentes é variável e depende do estágio de

maturação e das condições de armazenamento dos frutos. Estes compostos são sintetizados por vias metabólicas durante o desenvolvimento e maturação de frutos com diferentes funções bioquímicas e físicas no órgão, participando em mecanismos de defesa, atratividade e como antioxidantes (ROTILI *et al.*, 2013).

O maracujá apresenta uma quantidade considerável de vitaminas A e C, sais minerais e fibras, também possui propriedades calmantes e sedativas, e é uma das plantas de uso medicinal mais conhecidas no país, além disso, apresenta grande potencial industrial para sucos, doces e geleias (VENTURINI FILHO, 2005). Outras propriedades farmacológicas podem ser citadas como: hipnótico, analgésico, antiespasmódico, tranquilizante, diurético, usado nas excitações nervosas, histeria, neurastenia, cefaleias, insônias, hiperatividade, falta de concentração das crianças, anti-helmíntico, diabetes, tratamento do colesterol, circulação, pressão alta, epilepsia, palpitações, espasmos, irritações brônquias pulmonares e expectorante (AZEVEDO, 2008).

O fruto é destinado principalmente ao consumo *in natura* e ao processamento para elaboração de sucos. Nesse processamento industrial são retiradas as cascas e sementes, sendo que as cascas e as sementes representam cerca de 52% e 14% do peso total do fruto, respectivamente (FOGAGNOLI; SERAVALLI, 2014).

3.3 Chia

A chia (*Salvia hispânica L.*) é uma planta herbácea pertencente à família *Lamiaceae* e produz anualmente. Ela se desenvolve em áreas que abrangem do oeste do México até o norte da Guatemala (OLIVOS-LUGO *et al.*, 2010). As sementes são pequenas e de forma oval com a cor variando do café escuro ao bege, com algumas exceções pode apresentar cores cinza ou branca, conforme demonstrada na Figura 2 (MUÑOZ *et al.*, 2012).

Figura 2 - Sementes de chia

Fonte: <https://www.publicdomainpictures.net/es/view-image.php?image=30257&picture=chia-semillas> (2022)

Como aponta Migliavacca *et al.* (2014), no Brasil as regiões com maiores condições climáticas para a produção de chia são o oeste paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul. O local de plantio é importante pois pode influenciar nas características químicas do grão alterando o teor de óleo e ácidos graxos. Contudo, a produção no país ainda é pequena devido à falta de conhecimento sobre as propriedades dessa semente. A semente de chia apresenta importante valor nutritivo. Em sua composição encontram-se os ácidos graxos poli-insaturados: ácido alfa-linolênico (18:2n-3, LNA), ômega 3, e ácido linoleico (18:2n-6, LA) ômega-6 (GANZAROLI; TANAMATI; SILVA, 2012), estes ácidos graxos protegem contra doenças cardiovasculares (AYERSA, 1995).

As sementes também contêm fibra alimentar (mais de 30% do peso total) e proteínas de alto valor biológico (cerca de 19% do peso total) (REYES CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA LOPEZ, 2008). O percentual de proteínas é semelhante ao da lentilha (23%), ervilha (25%) e grão de bico (21%) (OLIVOS-LUGO *et al.*, 2010) e por isso é indicada a sua utilização como fonte de nutrientes em seres humanos e animais (RUPFLIN, 2010), já que a semente contém todos os aminoácidos essenciais.

A presença de vitaminas e minerais como riboflavina, niacina, tiamina, cálcio, fosforo, potássio, zinco e cobre junto com todos os outros nutrientes citados

anteriormente fazem com que a semente seja considerada um alimento funcional (AYERSA; COATES, 2011).

O consumo de chia proporciona vários benefícios a saúde e é fonte de peptídeos bioativos tais como hidrolisados de proteínas (SEGURA-CAMPOS *et al.*, 2012).

As sementes são fonte de nutrientes para as indústrias de alimentos e estas são usadas como suplementos nutricionais em fabricação de barras de cereais e biscoitos nos EUA, América Latina e Austrália (DUNN, 2010).

Em geral, os hidrocoloides são aplicados em alimentos por causa da capacidade de reter água, contribuindo nas propriedades gelificantes e emulsificantes (PHILLIPS; WILLIAMS, 2000).

Quando a semente de chia é mergulhada em água, libera um gel transparente e mucilaginoso que é composto principalmente de fibras (TOSCO, 2004).

A extração e hidratação da semente de chia foram estudadas por Muñoz *et al.*, (2012) onde observaram que a espessura da mucilagem quando a semente é hidratada foi de 414 +/- 35 μm , espessura que foi alcançada depois de duas horas, pois a mucilagem se adere na semente e não permite a separação entre elas. Os autores também observaram que quando a mucilagem foi reidratada, formou-se uma solução viscosa.

A mucilagem é formada de glicose, ácido glicurônico e xilose, que no final origina um polissacarídeo de cadeia ramificada (LIN *et al.*, 1994).

As fibras da chia demonstram a capacidade de reter e absorver água, com isso, elas são excelentes como agente emulsificante e estabilizante de emulsões (CAPITANNI *et al.*, 2012).

Vários produtos já vêm sendo elaborados com a adição de semente de chia: Ruaro (2015) produziu geleia de abacaxi com mucilagem de chia; Ewerling (2016) utilizou farinha de chia parcialmente desengordurada como fonte de ácidos graxos na fabricação de pães sem glúten; Vieira (2015) estudou a obtenção e caracterização dos coprodutos (mucilagem e semente após a extração da mucilagem) da chia; Oliveira e Ferreira (2019) elaboraram geleia de morango e hibisco com adição de semente de chia.

3.4 Geleia

De acordo com a Legislação brasileira, geleia de fruta é definida “como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água, e concentrada até consistência gelatinosa”. Quando se adicionam pedaços de frutas se denomina “geleizada” (BRASIL, 1978).

As geleias são classificadas em comum: quando preparadas com 40% de frutas frescas ou suco e 60% de açúcar; ou extra: quando utiliza-se 50% de frutas frescas e 50% de açúcar para a elaboração. Também são classificadas como simples quando são elaboradas com uma espécie de fruta, ou mistas, quando são elaboradas com mais de uma espécie (BRASIL, 1978).

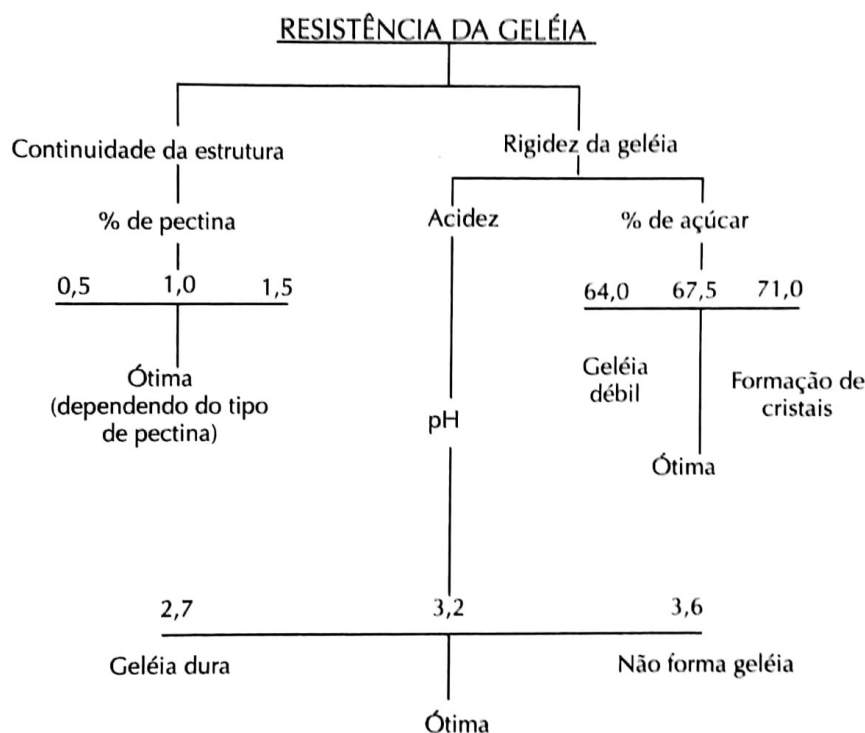
A industrialização de frutas e hortaliças possui várias etapas: colheita, transporte, seleção, lavagem, sanitização, processamento, embalagem e armazenamento (OLIVEIRA, 2015).

O produto deve apresentar características sensoriais, as quais devem ser preservadas e mantidas ao longo da sua vida útil. Uma das principais características da geleia é a consistência gelatinosa e a aparência semitransparente (TORREZAN, 2000).

As características físico-químicas para geleias exigidas pela legislação são: pH de 3,4; acidez titulável com valor mínimo de 0,3% e máximo de 0,8%; teor de sólidos solúveis de 62° Brix para geleia comum e 65° Brix para geleia extra (BRASIL, 1978).

Como menciona Oetterer (2006), as pectinas são polissacarídeos, que servem de principal componente das paredes celulares de tecidos vegetais. A quantidade de pectina açúcar e ácido a serem adicionados variam dentro do estabelecido pela Legislação brasileira conforme apresentado na Figura 3. A adição de pectina varia de acordo com o tipo de fruta e maturação da mesma, dessa forma, pode-se garantir uma formação de gel de alta qualidade (BRASIL, 1978; BASSANI, 2004). Normalmente esta quantidade é calculada entre 0,5% a 1,5% de pectina em relação à quantidade de açúcar utilizado na formulação (KROLOW, 2005).

Figura 3 - Características da geleia de acordo com a combinação pectina, açúcar e acidez



Fonte: Gava, Silva e Frias (2009)

O açúcar é um ótimo agente conservante que quando adicionado em grande quantidade, inibe o crescimento microbiano. Quando aquecido, esses açúcares se desdobram e se transformam em açúcar invertido, melhorando a aparência visual em virtude de oferecer brilho, translucidez e sabor a geleia (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009).

O mercado de geleias é promissor e, a geleia é um produto que possui boa aceitação (FERREIRA *et al.*, 2010).

Existem vários trabalhos realizados com geleia/doce em massa de manga e maracujá. Silva e Silvina (2019) produziram geleia de acerola e maracujá, Gebert e Mattei elaboraram doce de abóbora de pescoço e maracujá, Siqueira *et al.* (2012) extraíram a pectina de casca de pequi e aplicaram em geleia *light* de manga; Damiani *et al.* (2009) produziram geleia de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição da polpa.

3.5 Reologia

A reologia é definida como a ciência que estuda o escoamento e a deformação dos materiais sendo que esses materiais podem-se encontrar no estado sólido, líquido ou gasoso (BRETAS; D'ÁVILA, 2005). A reologia tem como propósito prever a força necessária para causar uma deformação ou escoamento em um corpo como também, prever a deformação ou o escoamento resultante da aplicação de um dado sistema de forças em um corpo, sendo que essas forças podem ser de compressão, tração ou cisalhamento (TATTERSALL; BANFILL, 1983).

Como aponta Cullen (2011), a reologia define o comportamento do fluido quando o mesmo é submetido a estresse e pressão aplicados. É uma área que tem aplicações em múltiplas regiões de estudo, tais como desenvolvimento de produtos, cálculos de engenharia de processos, controle de qualidade, estudos de estabilidade, e as correlações de dados sensoriais. Muitos alimentos processados são formulados para apresentar comportamento reológico desejado sob condições de estresse específico, como a gravidade, escoamento e sensação na boca.

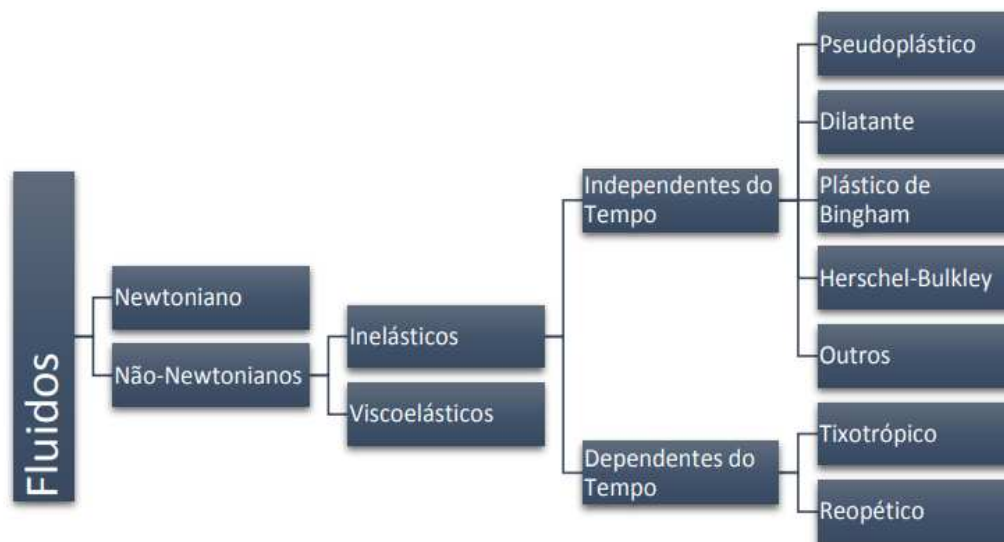
A viscosidade de um material é definida como a propriedade física dos fluidos que caracteriza a sua resistência ao escoamento. Na reologia de sólidos, a propriedade de maior interesse é a elasticidade sendo que, em líquidos, a viscosidade é a propriedade mais importante (TONELI; MURR; PARK, 2005).

A consistência e a composição de um alimento podem variar durante o seu processo devido as etapas que o alimento sofre no decorrer desse processo, como a etapa de mistura, aquecimento, resfriamento, homogeneização, aeração, fermentação e cristalização, favorecendo, portanto, na modificação da viscosidade (BHATTACHARYA, 1997).

Conforme a Figura 4, os fluidos reológicos se dividem em newtonianos e não-newtonianos. Os fluidos newtonianos apresentam reograma (tensão de cisalhamento x taxa de cisalhamento) com relações lineares, que dependem da composição do fluido e da temperatura. Os fluidos não-newtonianos são considerados inelásticos, dependem ou não do tempo, e os que independem do tempo, não são afetados pelo histórico anterior de deformação (pseudoplásticos). O comportamento reológico é importante e deve ser utilizado nos parâmetros de qualidade, de avaliação, e operação dos equipamentos processadores de alimentos (MACOSCO, 1994). O fluido newtoniano é o modelo reológico mais simples. No

entanto, a maioria dos alimentos fluidos não apresenta esse tipo de comportamento e requer modelos mais complexos para sua caracterização (HOLDSWORTH, 1971; TABILOMUNIZAGA; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

Figura 4 - Classificação dos fluidos reológicos



Fonte: STEFFE (1996)

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para a elaboração das geleias foram utilizados manga e maracujá *in natura*, chia e açúcar adquiridos em comércio local da cidade de Medianeira-PR. O ácido cítrico de grau alimentício e a pectina de alto teor de metoxilação foram fornecidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

4.2 Métodos

Após a aquisição dos frutos e materiais, estes foram transportados até o Laboratório de Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Medianeira). Os frutos foram selecionados e lavados em água corrente com detergente neutro, e imersos durante 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio 200 mg L⁻¹ (pH 6,5), a fim de remover resíduos da colheita e microrganismos aderidos à superfície dos frutos e em seguida foi realizada a secagem dos mesmos com papel absorvente. Logo, procedeu-se o descascamento e extração da polpa da manga e do maracujá.

Para a extração da mucilagem de chia foi utilizada a metodologia de Muñoz *et al.* (2012), que consiste em aquecer 800 mL de água destilada em agitador a 80 °C, adicionar 20 g de semente de chia (1:40 chia: água), mantendo o aquecimento com agitação durante 2 horas. Em seguida, a mistura de água e chia foi centrifugada (centrifuga Hettich 420 R) por 10 minutos à 20 °C, em uma rotação de 7000 rpm.

Foram elaboradas 6 formulações de geleia do tipo extra com diferentes concentrações de mucilagem de chia (Tabela 1), a partir de ensaios preliminares em diferentes condições experimentais.

Tabela 1 – Formulações de geleias produzidas com substituição da pectina por mucilagem de chia

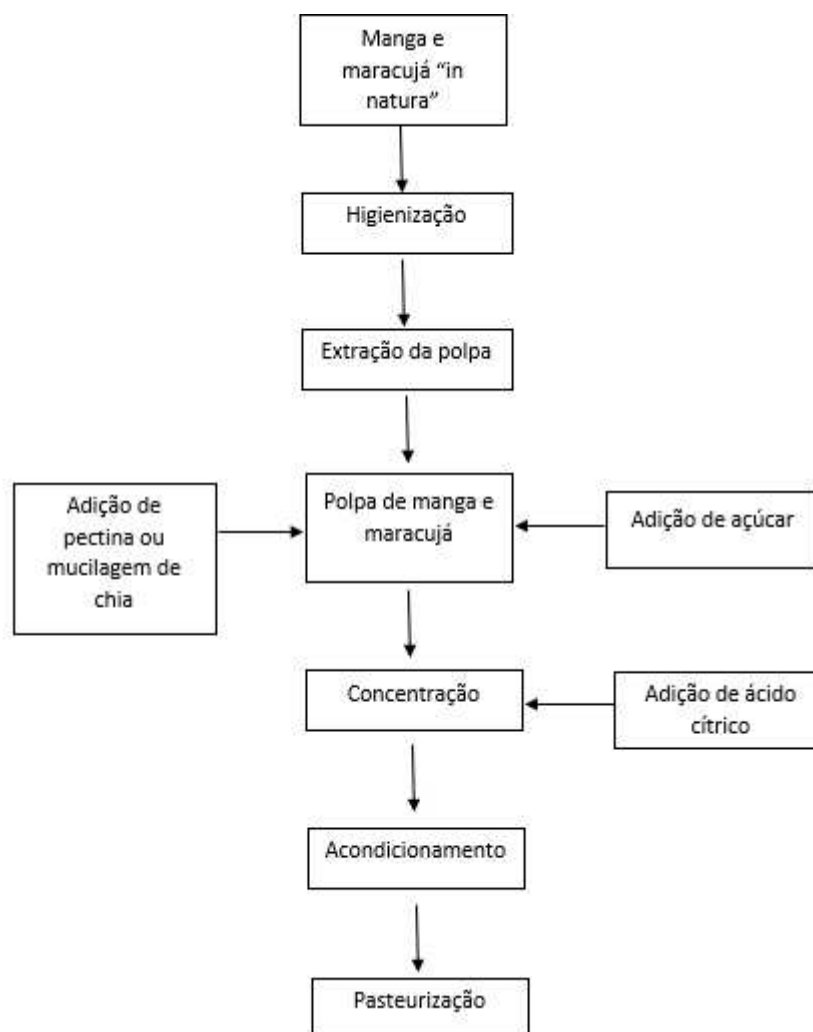
Formulações	Pectina	Mucilagem de chia	Polpa de manga e maracujá	Açúcar	Ácido cítrico
F1	-	0,50%	50%	50%	0,65%
F2	-	1%	50%	50%	0,65%
F3	-	2%	50%	50%	0,65%
F4	-	4%	50%	50%	0,65%
F5 (padrão)	0,50%	-	50%	50%	0,65%
F6 (padrão sem pectina)	-	-	50%	50%	0,65%

A proporção das polpas de frutas encontradas na geleia é de 80:20 manga-maracujá. A porcentagem em relação a chia, o ácido cítrico e pectina são referentes a massa do açúcar.

Fonte: Autoria própria (2023)

As formulações foram elaboradas com referência as Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 1997) e o padrão de identidade e qualidade da geleia (BRASIL, 2001), seguindo as etapas descritas no fluxograma para a elaboração da geleia (Figura 5).

Figura 5 - Fluxograma para elaboração de geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia



Fonte: Autoria própria (2022)

5.3 Análises

Para todas as formulações foram avaliadas as características físico-químicas e reológicas. As análises foram realizadas em triplicata.

5.3.1 Análises físico-químicas

Foram realizadas as seguintes análises:

A acidez titulável foi determinada por titulação de acordo com a metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O pH da geleia foi determinado em pH-metro segundo normativa do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de sólidos solúveis (°BRIX) foi analisado com o refratômetro, utilizando como base o método de refratometria (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A atividade de água foi determinada a 25 °C no equipamento AquaLab 4TE (Decagon Devices, EUA).

A medida instrumental de cor foi determinada em colorímetro Minolta (Chroma meter CR-300, sistema L*, a*, b* Color Space, por refletância). Os parâmetros de cor avaliados foram: luminosidade L* (100 para branco e 0 para preto); e coordenadas de 55 cromaticidade do sistema CIE/LAB (a*, (-) para verde e (+) para vermelho; b*, (-) para azul e (+) para amarelo; com iluminante D65 e 45° de ângulo. Os parâmetros foram determinados de acordo com a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE, 1996).

5.3.2 Reologia

A análise reológica foi realizada com viscosímetro rotacional marca Brookfield (Middleboro – MA, USA), modelo LVDV – III ULTRA. Para a determinação da viscosidade das amostras de geleia utilizou-se o spindle SC4-25 variando-se a taxa de cisalhamento de 2,20 a 7,70 s⁻¹ sendo tomados 9 pontos neste intervalo e para cada ponto foram realizadas três medidas da viscosidade e da tensão de cisalhamento. As análises reológicas foram realizadas na temperatura de 20 °C.

Os dados foram modelados utilizando seis modelos, que estão apresentados na Tabela 2, para representar o comportamento reológico das geleias, a partir da relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento. Também se comparou as viscosidades das diferentes formulações.

Tabela 2 - Modelos matemáticos para o comportamento reológico de fluidos

Modelo matemático	Fórmula	
Ostwald de Waelle ou Lei da Potencia	$\tau = K\dot{\gamma}^n$	1
Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$	2
Casson	$\tau^{0.5} = K_{0c}^{0.5} + K_c(\dot{\gamma})^{0.5}$	3
Bingham	$\tau = \tau_0 + \mu_B\dot{\gamma}$	4
Sisko	$\eta_a = \eta_a + \eta_\infty + K\dot{\gamma}^{n_s-1}$	5
Newton	$\tau = \mu\dot{\gamma}$	6

Em que: τ é a tensão de cisalhamento, em Pa; τ_0 é a tensão de cisalhamento inicial, em Pa; $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação, em s^{-1} ; μ é a viscosidade, em Pa·s; μ_B é a viscosidade de Bingham, em Pa·s. η_a é a viscosidade aparente, em Pa·s; η_∞ é a viscosidade a uma taxa de deformação infinita, em Pa·s; K , n , n_s são as constantes reológicas (índices de comportamento e consistência dos fluidos).

Fonte: Aatoria própria (2023)

O ajuste dos dados experimentais aos modelos foi avaliado com base nos parâmetros reológicos: tensão inicial (τ_0), índice de comportamento (n) e coeficiente de consistência (K) dos fluidos; e nos parâmetros estatísticos apresentados na Tabela 3: erro médio relativo (P, Equação 7), Bias factor (Bf, Equação 8) e erro padrão da média (SE, Equação 9).

O erro médio relativo indica o erro relativo das predições e valores abaixo de 10% são indicativos de um ajuste razoável para fins práticos (KROKIDA; MARINOS-KOURIS, 2003).

O *bias factor* (B_f) avalia o acordo global entre os valores observados e preditos, verificando se tais predições encontram-se acima ou abaixo da linha de equivalência. Uma perfeita concordância entre os valores observados e preditos fornecem um B_f de 1.0 (BETTS; WALKER; STEELE, 2004).

Para Rudy *et al.* (2015), valores próximos a 1 para o R^2 denotam um bom ajuste dos dados experimentais aos modelos.

Tabela 3 - Parâmetros estatísticos para avaliação do ajuste dos dados experimentais

Parâmetros estatísticos	Equação	
P	$\frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{ y_m - y_c }{y_m}$	7
B_f	$10 \left[\sum \frac{\log \frac{y_c}{y_m}}{n} \right]$	8
SE	$\left(\frac{\sum (y_m - y_c)^2}{n - 1} \right)^{1/2}$	9

Em que: y_m é o valor experimental, y_c é o valor predito pelo modelo; n é o número de observações experimentais.

Fonte: Autoria própria (2023)

5.3.3 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e três repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância por meio do programa *Infostat*.

Os parâmetros reológicos foram obtidos por meio de regressão não-linear, com auxílio do software STATISTICA 7.0 que utiliza o método dos quadrados mínimos (Gauss-Newton) para ajustar os dados experimentais, utilizando-se um critério de convergência de $1 \cdot 10^{-6}$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas da geleia

Na Tabela 4 encontram-se os resultados das análises físico-químicas das seis formulações de geleia desenvolvidas.

Tabela 4- Análises físico-químicas da geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia

Formulações	Atividade de água (<i>A_w</i>)	pH	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g ⁻¹ polpa)
F1	0,89 ^a ± 0,006	3,26 ^a ± 0,006	59,63 ^{ab} ± 0,929	1,08 ^a ± 0,013
F2	0,86 ^b ± 0	3,26 ^a ± 0	61,40 ^a ± 0,265	1,05 ^a ± 0,003
F3	0,86 ^b ± 0	3,25 ^{ab} ± 0,010	57,60 ^{bc} ± 1,039	0,99 ^b ± 0,016
F4	0,86 ^b ± 0,006	3,25 ^{ab} ± 0,006	56,73 ^c ± 1,940	0,99 ^b ± 0,032
F5	0,88 ^a ± 0,012	3,26 ^a ± 0,006	59,73 ^{ab} ± 0,208	1,04 ^a ± 0,007
F6	0,86 ^b ± 0,006	3,24 ^b ± 0,006	57,87 ^{bc} ± 0,252	0,96 ^b ± 0,001

Letras iguais seguidas pela mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

***F1 – 0,50% mucilagem de chia; F2 – 1% mucilagem de chia; F3 – 2% mucilagem de chia; F4 – 4% mucilagem de chia; F5 – Formulação padrão; F6 – Formulação padrão sem pectina.**

Fonte: Autoria própria (2023)

Com relação à atividade de água, observa-se que não houve diferença significativa entre as geleias das formulações F1 e F5, sendo que estas diferiram estatisticamente das demais formulações, apresentando maior atividade de água. Observou-se valores de atividade de água que variaram de 0,86 a 0,89. Silva e Silvina (2019) elaboraram geleia de acerola com maracujá e encontraram valores de atividade de água de 0,80 a 0,85, valores menores que os determinados no presente trabalho. Estes valores também são diferentes dos encontrados por Ruaro (2015)

que ao elaborar geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia encontrou valores de atividade de água entre 0,62 a 0,74.

Para os valores encontrados para o pH, as geleias das formulações F1, F2 e F5 diferiram estatisticamente da formulação F6, apresentando maior valor. Os valores de pH encontrados neste trabalho variaram de 3,24 a 3,26. Resultados semelhantes foram encontradas por Silva e Silvina (2019) que ao elaborar geleia de acerola com maracujá observaram valores de pH variando de 3,12 a 3,39. Lima *et al.* elaboraram doce de manga em massa com diferentes concentrações de açúcar, e encontraram o valor de pH de 2,75, valor menor em relação aos encontrados neste trabalho. Conforme Gava, Silva e Frias (2008) para a obtenção de uma boa formação de gel, considera-se importante a faixa de pH em 3,2, o que condiz com os valores obtidos neste trabalho.

Com relação ao teor de sólidos solúveis observa-se que a geleia da formulação F2 apresentou diferença significativa com relação as geleias das formulações F3, F4 e F6. Os valores encontrados (56,73 a 61,40 °Brix) diferem do trabalho da Oliveira e Ferreira (2019) que ao elaborar geleia de morango e hibisco com adição de semente de chia encontraram valores de 66 a 68 °Brix. Lainetti (2017) ao elaborar geleia de abacaxi com pimenta observou teor de sólidos solúveis de 66,70 °Brix, o que também demonstra a diferença de valores em relação ao presente trabalho. O teor de sólidos solúveis exigido pela legislação para geleia tipo extra, é de no mínimo 65° Brix, portanto a geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia não conseguiu atingir os parâmetros da legislação nesta análise especificamente. Com relação a este parâmetro pode-se destacar que no momento da elaboração das geleias fez-se se necessário interromper a cocção das mesmas, apesar das geleias não terem atingido o teor de sólidos solúveis mínimo, devido a finalidade de garantir uma viscosidade ideal para uma boa espalhabilidade das geleias.

Para os valores encontrados com relação à acidez titulável, observou-se que não houve diferença estatística entre as geleias das formulações F1, F2 e F5, contudo, as mesmas diferiram das demais geleias de formulações, resultando em geleias com maior acidez. Os valores encontrados para este parâmetro, variaram de 0,96 a 1,08 g de ácido cítrico·100g⁻¹ polpa, resultado diferente ao encontrado por Silva e Silvina (2019) que no seu trabalho com geleia de acerola e maracujá encontraram valores para acidez entre 1,66 a 2,64.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados dos componentes colorimétricos das seis formulações de geleia desenvolvidas.

Tabela 5 – Componentes colorímetros da geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia

Formulações	L*	a*	b*
F1	35,73 ^a ± 1,485	0,43 ^a ± 0,773	23,59 ^{ab} ± 1,204
F2	36,48 ^a ± 1,485	-0,03 ^a ± 0,892	27,27 ^a ± 2,407
F3	34,43 ^a ± 2,392	0,22 ^a ± 0,667	23,91 ^{ab} ± 1,234
F4	35,67 ^a ± 0,970	0,28 ^a ± 0,301	23,08 ^{ab} ± 1,219
F5	33,23 ^a ± 1,629	-0,06 ^a ± 0,809	21,31 ^b ± 1,673
F6	35,78 ^a ± 1,357	-0,95 ^a ± 1,056	25,05 ^{ab} ± 1,519

Letras iguais seguidas pela mesma coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

***F1 – 0,50% mucilagem de chia; F2 – 1% mucilagem de chia; F3 – 2% mucilagem de chia; F4 – 4% mucilagem de chia; F5 – Formulação padrão; F6 – Formulação padrão sem pectina.**

Fonte: Autoria própria (2023)

Os valores de luminosidade (L*) variaram entre 33,23 a 36,48 e não houve diferença significativa entre as amostras sendo que a claridade é expressa de 0 a 100, quanto mais perto do 0, mais escura a amostra e quanto mais perto do 100, mais clara, demonstrando que as formulações de geleias ficaram com cor mais escura (MIRANDA; MORI; LORINI, 2009). Silva e Silvina (2019) encontraram resultados semelhantes ao desta pesquisa indicando valores de L* entre 30,53 e 34,90 para geleia de acerola e maracujá. O parâmetro de cor a* indica presença de coloração vermelha nas geleias e a mesma variou de -0,03 a 0,43 não apresentando diferença significativa entre as amostras. Para o parâmetro b* os valores variaram entre 21,31 e 27,27 caracterizando as formulações como amarelas (Figura 6), pois todos os valores foram positivos. As geleias das formulações não apresentaram diferença significativa entre elas, exceto a amostra F2 que diferiu da amostra F5.

Figura 6 – Geleia de manga e maracujá com adição de mucilagem de chia



Fonte: Autoria própria (2023)

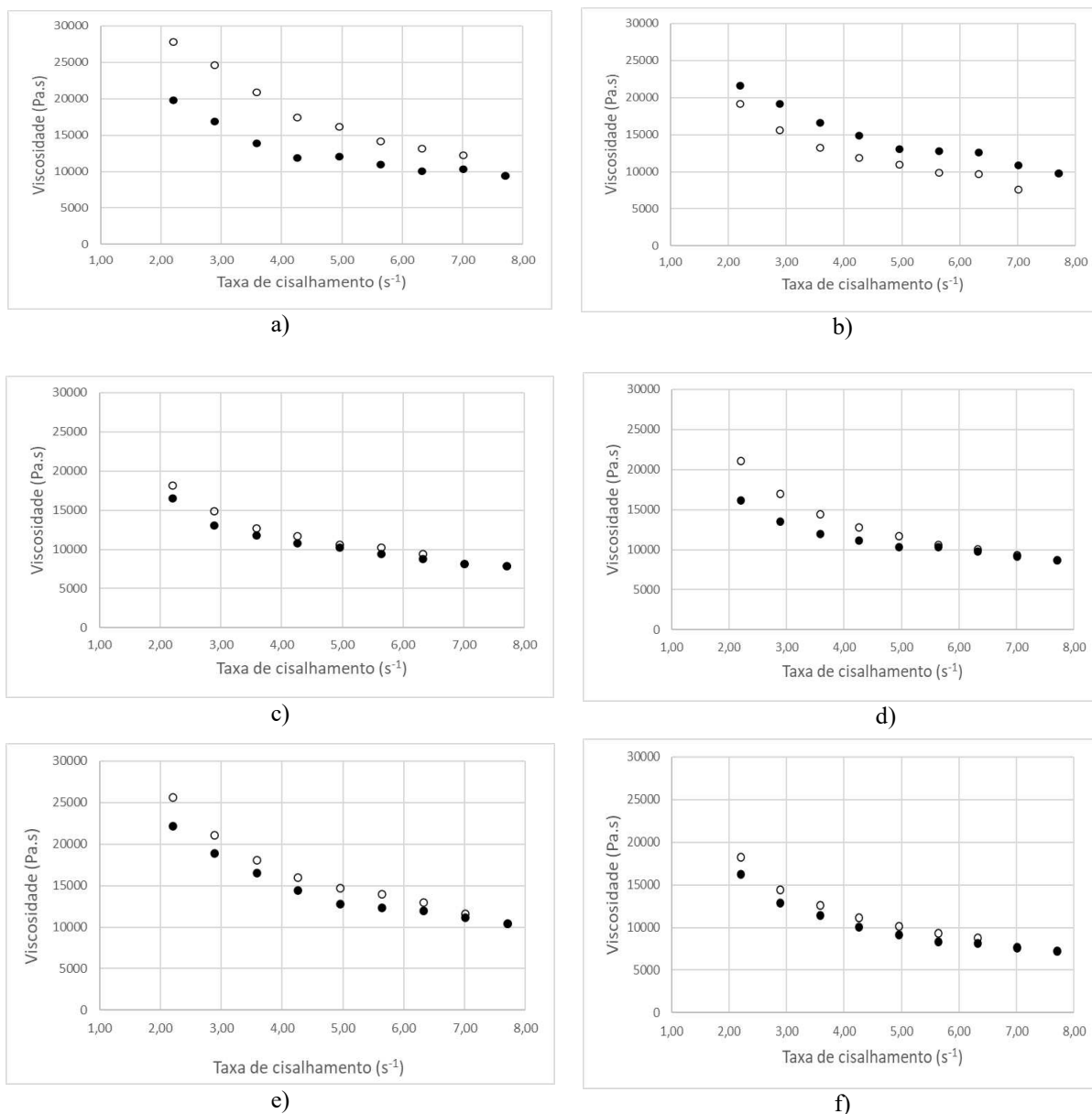
5.2 Comportamento reológico

As curvas da viscosidade em função da taxa de deformação para cada formulação estão apresentadas na Figura 7.

Pode-se observar que, independentemente do uso da pectina, mucilagem de chia, e da ausência de ambas, todas as amostras de geleia analisadas apresentaram comportamento de fluidos não newtoniano, visto que tanto na subida quanto na descida há uma diminuição da viscosidade em função do aumento da taxa de cisalhamento. Com isto, pode-se inferir que as geleias elaboradas possuem características de fluidos pseudoplásticos, que são aqueles cuja viscosidade diminui com a taxa de cisalhamento, e tem características de fluidos inelásticos, que são aqueles cuja viscosidade independe do tempo de aplicação da força.

Os maiores valores para a viscosidade foram encontrados na formulação F1 (figura a) e F5 (figura e) podendo demonstrar que a mucilagem de chia em alguns casos apresentou um maior poder geleificante que a pectina. Segundo Alpaslan e Hayta (2002) o decréscimo na viscosidade aparente com a taxa de deformação é dado pela mudança estrutural da amostra devido a forças hidrodinâmicas geradas e ao maior alinhamento das moléculas na direção da tensão aplicada

Figura 7 – Perfil da viscosidade das geleias em relação à taxa de cisalhamento onde (●) indica a subida do comportamento e (○) indica a descida do comportamento reológico para as formulações: a) F1; b) F2; c) F3 ; d) F4 ; e) F5; f) F6



Fonte: Autoria própria (2023)

Teixeira *et al.* (2012), analisaram a reologia de uma geleia diet de pimenta *capsicum baccatum* onde os dados ajustaram a um comportamento não newtoniano com característica pseudoplástica, em que houve também uma diminuição da viscosidade em relação a taxa de cisalhamento.

Da Silva *et al.* (2015), estudaram o comportamento reológico da polpa e da geleia de umbu (*Spondias tuberosa Arr.*) e observaram que ambas, polpa e geleia apresentaram características de fluido não-newtoniano.

O resultado do ajuste dos modelos para os dados experimentais da rampa de subida (aumento da taxa de cisalhamento) está apresentado na tabela 6, enquanto o ajuste dos modelos para os dados experimentais da descida (diminuição da taxa de cisalhamento) está apresentado na Tabela 7. Ressalta-se que estão apresentados os resultados apenas para os modelos que se ajustaram aos dados experimentais, sendo eles os modelos de Ostwald de Waelle, Bingham e Casson.

O modelo de Ostwald de Waelle (Lei da Potência), de acordo com Branco (2005), é um modelo simples e de ampla aplicação tecnológica, geralmente utilizado para descrever o comportamento reológico de alimentos. O modelo Plástico de Bingham refere o comportamento de fluidos que só iniciam o processo de escoamento quando a tensão de cisalhamento aplicada supera uma tensão inicial, que é própria do material (VIDAL; GASPRETO; GRANDIN, 2000). O Modelo de Casson foi desenvolvido para explicar como um fluido com partículas em suspensão interage em um meio newtoniano. A tensão inicial representa uma tensão que deve ser ultrapassada para que o fluido escoe. Por tanto a viscosidade de Casson representa o grau de resistência do fluido ao escoamento (BRANCO, 2005).

Pode-se observar que as formulações de geleia de forma geral, resultaram em valores relativamente bons de R^2 e Bf , sendo que na rampa de subida os modelos reológicos que mais ajustaram para cada formulação foram: Para o modelo de Bingham as formulações F2 e F6; para o modelo de Casson as formulações F1, F4 e F5 e para o modelo de Ostwald de Waelle a formulação F3. Para a rampa de descida os modelos reológicos que mais ajustaram para cada formulação foram: as formulações F2 e F4 para o modelo de Bingham; a formulação F5 para o modelo de Casson e as formulações F1 e F3 para o modelo de Ostwald de Waelle.

Teixeira *et al.* (2012), estudaram a reologia de uma geleia diet de pimenta *capsicum baccatum* e concluíram que o modelo Lei da Potência descreveu bem os dados reológicos em todas as temperaturas, onde todos os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 0,98 e os valores do qui-quadrado (χ^2) foram superiores a 11,61.

Da Silva *et al.* (2015), encontraram que o modelo mais adequado para descrever o comportamento reológico da polpa e da geleia de umbu (*Spondias tuberosa Arr.*) estudados foi o de Herschel-Bulkley, apresentando coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,92 e desvios percentuais médios inferiores a 3%.

Kossar (2022) observou o efeito da substituição da pectina por casca de banana em características tecnológicas de geleia de abacaxi e comprovou características de fluido não newtoniano e tixotropia para todas as formulações. Concluiu também que o modelo plástico de Bingham foi o que melhor representou o comportamento reológico das geleias na rampa de subida, o que corrobora com o presente trabalho, uma vez que o modelo de Bingham também foi bem ajustado para a maioria das amostras de geleia.

Os dados experimentais coletados para as formulações de geleia, assim como os parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos de Bingham, Casson e Oswald de Waelle, aos dados experimentais, estão apresentados no APÊNDICE A.

Tabela 6 – Ajuste dos modelos de Bingham, Casson e Oswald de Waelle para as diferentes formulações de geleia para rampa de subida

Modelo	Formulações	Parâmetros			
		μ	τ_0	R^2	Bf
Bingham	F1	54,822	308,345	0,961	1,003
	F2	53,968	392,464	0,896	0,994
	F3	45,466	262,224	0,982	1,005
	F4	60,091	221,039	0,981	1,004
	F5	57,596	370,722	0,981	1,003
	F6	37,537	269,371	0,992	1
Casson		K_c	τ_0	R^2	Bf
	F1	4,952	173,244	0,953	0,999
	F2	4,580	243,429	0,914	1,014
	F3	4,484	148,712	0,986	1,003
	F4	5,765	100,862	0,988	1,001
	F5	4,889	220,233	0,981	1,001
Oswald de Waelle		K	N	R^2	Bf
	F1	290,606	0,442	0,940	0,994
	F2	363,442	0,383	0,928	1,012
	F3	246,374	0,437	0,986	0,999
	F4	219,059	0,549	0,986	0,994
	F5	346,392	0,409	0,976	0,997
F6	250,817	0,383	0,977	0,995	

*F1 – 0,50% mucilagem de chia; F2 – 1% mucilagem de chia; F3 – 2% mucilagem de chia; F4 – 4% mucilagem de chia; F5 – Formulação padrão; F6 – Formulação padrão sem pectina.

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 7- Parâmetros do modelo de Bingham, Casson e Oswald de Waelle para as formulações de geleia e R² do ajuste dos dados experimentais para a rampa de descida

Modelo	Formulações	Parâmetros			
		μ	τ_0	R ²	Bf
Bingham	F1	43,463	561,12	0,896	1,006
	F2	55,843	277,264	0,940	0,997
	F3	41,421	316,331	0,945	1,007
	F4	38,773	379,919	0,993	1,001
	F5	49,136	472,499	0,918	1,008
	F6	29,176	347,991	0,948	1,004
Casson		K _c	τ_0	R ²	Bf
	F1	3,32	421,969	0,920	1,005
	F2	5,149	148,029	0,919	0,992
	F3	3,933	200,867	0,959	1,006
	F4	3,514	261,992	0,994	1
	F5	4,001	322,448	0,936	1,007
Oswald de Waelle		K	n	R ²	Bf
	F1	526,542	0,249	0,938	1,004
	F2	265,164	0,47	0,893	0,985
	F3	293,914	0,368	0,966	1,003
	F4	352,006	0,313	0,988	0,998
	F5	577,63	0,176	0,947	1,018
F6	321,821	0,275	0,972	1,002	

*F1 – 0,50% mucilagem de chia; F2 – 1% mucilagem de chia; F3 – 2% mucilagem de chia; F4 – 4% mucilagem de chia; F5 – Formulação padrão; F6 – Formulação padrão sem pectina.

Fonte: Autoria própria (2023)

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que, nas condições estudadas, a mucilagem de chia apresentou potencial para substituir a pectina em geleias de manga e maracujá, uma vez que a sua substituição não afetou as características físico-químicas e reológicas realizadas, podendo melhorá-las nutricionalmente, devido ao alto teor de fibras e ácidos graxos poli-insaturados.

Com relação ao comportamento reológico das geleias, pode-se visualizar que os resultados corroboram com a literatura, pois as formulações das geleias apresentam características de fluido não-newtoniano pseudoplástico, sendo que os modelos que ajustaram melhor aos dados experimentais foram os modelos de Ostwald de Waelle, de Bingham e de Casson.

Considerando-se os resultados deste trabalho, sugere-se para trabalhos futuros a utilização da mucilagem de chia na elaboração de outras geleias de frutas, podendo também ser realizada análise sensorial para verificar a aceitação do produto elaborado entre os consumidores.

REFERÊNCIAS

- ALPASLAN, M.; HAYTA, MEHMET. Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses)/tahin (sesame paste) blends. **Journal of Food Engineering**, v. 54, n. 1, p. 89-93, 2002.
- AYERSA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists Society**. v. 72: 1079-1081, 1995.
- AYERZA, R. COATES, W. **Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*salvia hispanica* L.)**. Industrial crops products. V. 34: 1366-1371, 2011.
- AZEVEDO, M.A.M. Análise da valoração dos impactos ambientais e da demanda de fitoterápicos oriundos do maracujá no Brasil. **Monografia apresentada no curso de pós-graduação em planejamento e gestão ambiental da universidade veiga de almeida, rio de janeiro-Rj**, p.22, 2008.
- BASSANI, E. B. **Geleia, Geleias e Geleias Diet**. 2º ed, Vitória, ES: Incaper, 76p., 2004.
- BERNACCI, L.C. **Passifloraceae**. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M.; MELHEM, T.S. (Ed.). Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo São Paulo: RiMa, FAPESP, 2003. v.3, p. 247-248.
- BETTS, G. D.; WALKER, S. J.; STEELE, R. Verification and validation of food spoilage models. Understanding and measuring the shelf-life of food, p. 184-217, 2004.
- BHATTACHARYA, S. N. **Rheology: fundamentals and measurements**. Australia: Royal Melbourne Institute of Technology, 1997.
- BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Comportamento reológico de misturas de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura utilizando modelo de casson. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 2, p. 183-189, 2005.
- BRASIL – Agência Nacional de vigilância sanitária. **Legislação para Alimentos**. 1978. 104 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No 12 de 2 de janeiro de 2001. **Aprova o regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro de 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 326**, de 30/07/1997. Aprova o Regulamento Técnico "Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos". Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, DF em 1/08/1997.
- BRETAS, R. E. S.; D'ÁVILA, M. A. **Reologia de polímeros fundidos**. 2 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2005.

CAPITANNI, et al. Caracterização físico- química e funcional dos subprodutos de semente de Chia (*Salvia hispânica L.*) da Argentina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.Campinas/SP**, v.45, p. 94 – 102, 2012.

CIE – **Commission Internationale de l'Eclairage**. Colorimetry. Vienna: CIE publication, 2 ed, 1996.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica L.*) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

COSTA, João G.; SANTOS, Carlos A.F. **Cultivo da Mangueira**. Embrapa Semi-Árido. 2004. Disponível em: Acesso em 30 Abr. 2012.

CULLEN, P. J. Fluid Rheology in Novel Thermal and Non-Thermal Processes. **Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods**, p. 35-61, Chapter 3, 2011.

DA MELLO, Fernanda Robert D.; MARTINS, Pâmela C R.; SILVA, Analú Barbosa; et al. **Tecnologia de Alimentos para Gastronomia**. Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595023291. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595023291/>. Acesso em: 29 set. 2022.

DAMIANI, CLARISSA et al. Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2009, v. 33, n. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100025>>. Acesso em: 15 out. 2022.

DA SILVA, L. M. M., dos Santos, A. R. L., da Silva, C. N., de Souza, J. A. R., & Arguello. Estudo do comportamento reológico da polpa e da geléia de Umbu (*Spondias tuberosa Arr.*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, 2015.

DUNN, J., 2010. A Chia busca entrada no mercado europeu. Disponível em: <http://www.ausfoodnews.com.au/2010/02/08/the-chia-company-seeks-entry-into-european-market.html>. Acesso em: 12 out. 2022.

EWERLING, Marci. **Farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) parcialmente desengordurada como fonte de ácidos graxos para pães sem glúten**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

FÁVERO, L. A. **A Cultura da Manga no São Francisco: Posicionamento, Limites, Oportunidades e Ações Estratégicas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 232p., 2008.

FERREIRA, R.M.A.; AROUCHA, E.M.M.; GÓIS, V.A.; SILVA, D.K.; SOUSA, C.M.G. Qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 24, n. 2, p. 202-206, 2010.

- FILHO, G. A. F.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V., 2015 CEPLAC – **Maracujá**. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.3, p. 204-212, jul.-set, 2014.
- FONSECA, N. et al. **A cultura da manga**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 63p
- GANZAROLI, J. F.; TANAMATI A.; SILVA, M. V. Avaliação do teor de lipídios totais e da composição em ácidos graxos de sementes *Salvia hispânica* L. (chia). SICITE, **Anais...Campo Mourão**, 2012. 5 p.
- GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 284 p.
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009.
- GEBERT, Janice; MATTEI, Michele Wochner. **Produção de doce de abóbora de pescoço e maracujá: análise físico-química, microbiológica e avaliação sensorial**. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- HOLDSWORTH, S. D. Applicability of rheological models to the interpretation of low and processing behavior of fluid products. **Journal of Texture Studies**, v.2, n.4, p.393- 418, 1971.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p., 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Consumo do maracujá**, 2002. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> . Acesso em: 10 out. 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de manga**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> . Acesso em: 2 de out. 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de maracujá**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> . Acesso em: 2 de out. 2022
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020, p.95.
- INSTITUTO FNP. Agriannual: **anúário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2010. p. 386.
- KROKIDA, M. K.; MARINOS-KOURIS, D. Rehydration kinetics of dehydrated products. **Journal of Food Engineering**, v. 57, n. 1, p. 1-7, 2003.

KROLOW, Ana C.R. **Preparo artesanal de geleias e geleiadas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Clima Temperado. Pelotas: ISSN 1806- 9193, 2005.p. 29.

KOSSAR, Maria Luiza Barco Catto. **Efeito da substituição da pectina por casca de banana em características tecnológicas de geleia de abacaxi**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022.

LAINETTI, Andréia Macedo de Souza. **Elaboração de geleia de abacaxi com pimenta**. 2017. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

LIMA, A. de S.; RYBKA, A. C. P.; SÁ JÚNIOR, E. M. de PASSOS, T. O. **Caracterização físico-química e sensorial de doce de manga (*Mangifera indica* L.) em massa com diferentes concentrações de açúcar**. Embrapa Semiárido. Documentos, 279. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1073199>. Acesso em: 08 out. 2023

LIN, K.Y. et al. Structure of chia polysaccharide exudate. **Carbohydrate Polymers**, v.23, p.13-18, 1994.

MACOSCO, C. W. **Reology: principles, Measurements and applications**. Minneapolis, VCH publishers, inc., 1994.

MELETTI, L. M. M. Maracujá-Roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 194 – 348, 2005.

MIGLIAVACCA, R. A.; SILVA, T. R. B.; VASCONCELOS, A. L. S.; MOURÃO, W.; BAPTISTELLA, J. L. C. O cultivo da chia no brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.161-179, 2014.

MIRANDA, M. Z.; DE MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade Comercial do Trigo Brasileiro: safra 2006**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 95 p, 2009.

MONTEIRO, A. B. **Valor nutricional de partes convencionais e não convencionais de frutas e hortaliças**. 2009. Tese (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP, Botucatu, 2009.

MUÑOZ, L. H. et al. Semente de Chia: Microestrutura, extração de mucilagem e hidratação. **Journal of Food Engineering**. v. 108, p. 216 – 224, 2012.

NATIONAL MANGO BOARD (NMB). **Mango Postharvest Best Management Practices**. Disponível em: <https://www.mango.org/professionals/industry/improving-mangoquality/production-postharvest-best-practices/>. Acesso em: 5 Nov. 2022.

NUNES, R. F. de M. **Cultura da mangueira**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1992. 32 p.

OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.

OLIVEIRA, E, N, A. **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Dyego da Costa Santos (organizadores). IFRN, Natal, 234p., 2015.

OLIVEIRA, Bruna de FERREIRA, Paula Cristina Bonifacio. **Desenvolvimento de geleia de morango e hibisco com adição de semente de chia (*Salvia hispânica L.*)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

OLIVOS-LUGO, B. L; VALDIVIA-LOPEZ, M. Á; TECANTE, A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica L.*). **Food Sci Technol Int**. 12p. 2010.

PEIRETTI, P.G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds and plant during growth. **Animal Feed Science Technology**, v.148, p.267-275, 2009

PHILLIPS, G.O. WILLIAMS, P.A. Introduction to food hydrocolloids. Handbook of Hydrocolloids. **Wood head Publishing Limited**, Cabridge, England, 2010.1-6 p.

RAMOS DE OLIVEIRA, A. et al. **Cultivo da mangueira**. Embrapa semiarido, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884451/1/CultivodaMangueira.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

REYES-CAUDILLO, E., TECANTE, A., VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica L.*) seeds. **Food Chemistry** V. 35: 656–663, 2008.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B. ; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, 2013.

RUARO, THAÍS TATIANE. **Elaboração de geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia (*Salvia hispânica L.*)**. 2015. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

RUDY, S.; DZIKI, D.; KRZYKOWSKI, A.; GAWLIK-DZIKI, U.; POLAK, R.; RÓZYLO, R.; KULIG, R. Influence of pre-treatments and freeze-drying temperature on the process kinetics and selected physico-chemical properties of cranberries (*Vaccinium macrocarpon Ait.*). **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n.1, p. 497-503, 2015.

RUPFLIN, D.I.A. Caracterización de la semilla de la chia (*Salvia hispánica L*) y diseño de un producto funcional que la contiene como ingrediente. **Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala**, p.24, 2011.

SEGURA-CAMPOS M.R; SALAZAR-VEGA, I.M; CHEL-GUERRERO, L.A; BETANCUR-ANCONA, D.A. Biological potential of chia (*Salvia hispánica L.*) protein

hydrolysates and their incorporation into functional foods. **Food Science and technology**, p.1-9, 2012.

SILVA, Aline Cristina Rodrigues da; SILVINA, Mariana Blasius. **Desenvolvimento e caracterização de geleia de acerola com maracujá**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

SIQUEIRA, BEATRIZ DOS SANTOS et al. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia light de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura [online]**. 2012, v. 34, n. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200030>>. Acesso em: 25 out. 2022.

SOARES, P.L; JOSÉ, S. R. A. Compostos bioativos em polpas de mangas “rosa” e espada submetidas ao branqueamento e congelamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**. p.579-586, 2013.

STEFFE, J. F. **Rheological Methods in food process engineering**. Michigan: Freeman Press, 2. ed., 1996.

TABILO-MUNIZAGA, G.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Rheology for the food industry. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 147-156, 2005.

TATTERSALL, G. H.; BANFILL, P. F. G. **The rheology of fresh concrete**. London: Pitman, 347p. 1983.

TEIXEIRA DE SOUZA SORA, G.; WINDSON ISIDORO HAMINIUK, C.; CARVALHO GOMES CÔRREA, R.; CLEMENTE, E.; MARQUETOTTI SALCEDO VIEIRA, A.; BERGAMASCO, R. Caracterização reológica de geléia diet de pimenta Capsicum Baccatum. **Revista Tecnológica**, p. 43-48, 20 jan. 2012.

TONELI, J. T. C. L.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, 2005.

TORREZAN, G. A. P. **Tratamento enzimático em suco de manga para redução dos teores de sacarose e glicose e obtenção de geleia através de processo contínuo**. 2000, 153 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) - Universidade

TOSCO, G. Os Benefícios da “Chia” em Humanos e Animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p. 7, 2004

VENTURINI FILHO, W. G. et al. Suco de Caju. **Tecnologia de Bebidas**, São Paulo-sp, p.1-550, 2005.

VIEIRA, Murilo Emanuel Souza. **Obtenção e caracterização dos co-produtos da semente de chia (Salvia hispanica L.)**. 2015. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

VIDAL, J.R.M.B.; GASPETTO, C. A.; GRANDIN, A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**. v. 1, n. 2, p. 69- 76, 2000.

APÊNDICE A

Tabela 8 - Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F1

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	435,0000	411,9082	23,0918	23,0918	0,0531	-0,0237
	487,0000	464,7473	22,2527	22,2527	0,0457	-0,0203
	496,0000	510,9234	-14,9234	14,9234	0,0301	0,0129
	505,0000	551,7860	-46,7860	46,7860	0,0926	0,0385
	595,0000	589,6779	5,3221	5,3221	0,0089	-0,0039
	617,0000	624,7249	-7,7249	7,7249	0,0125	0,0054
	634,0000	657,4538	-23,4538	23,4538	0,0370	0,0158
	722,0000	687,8140	34,1860	34,1860	0,0473	-0,0211
	727,0000	716,9847	10,0153	10,0153	0,0138	-0,0060
		Soma	3,92E+00	Soma	0,3411	Soma
	SE	8,85E-01	P	5,685	Bf	0,994
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	435,0000	420,5642	14,4358	14,4358	0,0332	-0,0147
	487,0000	465,7448	21,2552	21,2552	0,0436	-0,0194
	496,0000	507,7092	-11,7092	11,7092	0,0236	0,0101
	505,0000	546,7948	-41,7948	41,7948	0,0828	0,0345
	595,0000	584,6909	10,3091	10,3091	0,0173	-0,0076
	617,0000	621,1695	-4,1695	4,1695	0,0068	0,0029
	634,0000	656,4841	-22,4841	22,4841	0,0355	0,0151
	722,0000	690,3294	31,6706	31,6706	0,0439	-0,0195
	727,0000	723,8405	3,1595	3,1595	0,0043	-0,0019
		Soma	4,52E-01	Soma	0,2910	Soma
	SE	3,01E-01	P	4,849	Bf	0,999
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	435,0000	428,9549	6,0451	6,0451	0,0139	-0,0061
	487,0000	466,7825	20,2175	20,2175	0,0415	-0,0184
	496,0000	504,6100	-8,6100	8,6100	0,0174	0,0075
	505,0000	541,8893	-36,8893	36,8893	0,0730	0,0306
	595,0000	579,7169	15,2831	15,2831	0,0257	-0,0113
	617,0000	617,5444	-0,5444	0,5444	0,0009	0,0004
	634,0000	655,3719	-21,3719	21,3719	0,0337	0,0144
	722,0000	692,6513	29,3487	29,3487	0,0406	-0,0180
	727,0000	730,4788	-3,4788	3,4788	0,0048	0,0021
		Soma	5,60E-13	Soma	0,2515	Soma
	SE	3,35E-07	P	4,192	Bf	1,003

**Tabela 9 - Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da
formulação F2**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	475,0000	491,6609	-16,6609	16,6609	0,0351	0,0150
	554,0000	545,8461	8,1539	8,1539	0,0147	-0,0064
	595,0000	592,5241	2,4759	2,4759	0,0042	-0,0018
	633,0000	633,3604	-0,3604	0,3604	0,0006	0,0002
	647,0000	670,8671	-23,8671	23,8671	0,0369	0,0157
	722,0000	705,2714	16,7286	16,7286	0,0232	-0,0102
	798,0000	737,1673	60,8327	60,8327	0,0762	-0,0344
	760,0000	766,5653	-6,5653	6,5653	0,0086	0,0037
	753,0000	794,6482	-41,6482	41,6482	0,0553	0,0234
		Soma	8,30E-01	Soma	0,2548	Soma
	SE	4,07E-01	P	4,246	Bf	1,012
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	475,0000	501,5496	-26,5496	26,5496	0,0559	0,0236
	554,0000	547,0006	6,9994	6,9994	0,0126	-0,0055
	595,0000	588,9258	6,0742	6,0742	0,0102	-0,0045
	633,0000	627,7542	5,2458	5,2458	0,0083	-0,0036
	647,0000	665,2196	-18,2196	18,2196	0,0282	0,0121
	722,0000	701,1309	20,8691	20,8691	0,0289	-0,0127
	798,0000	735,7663	62,2337	62,2337	0,0780	-0,0353
	760,0000	768,8501	-8,8501	8,8501	0,0116	0,0050
	753,0000	801,5085	-48,5085	48,5085	0,0644	0,0271
		Soma	4,98E-01	Soma	0,2981	Soma
	SE	3,16E-01	P	4,969	Bf	1,014
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	17,55225	16,87656	0,67570	0,6757	0,0385	-0,0170
	19,39986	19,73551	-0,33565	0,3356	0,0173	0,0074
	22,72555	22,59446	0,13109	0,1311	0,0058	-0,0025
	25,81369	25,45341	0,36028	0,3603	0,0140	-0,0061
	28,08361	28,31236	-0,22875	0,2288	0,0081	0,0035
	30,03679	31,17131	-1,13452	1,1345	0,0378	0,0161
	33,73200	34,03026	-0,29826	0,2983	0,0088	0,0038
	36,16028	36,88921	-0,72892	0,7289	0,0202	0,0087
	41,30719	39,74816	1,55903	1,5590	0,0377	-0,0167
		Soma	2,29E-15	Soma	0,1882	Soma
	SE	2,14E-08	P	3,136	Bf	0,994

Tabela 10- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F3

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	363,0000	347,7876	15,2124	15,2124	0,0419	-0,0186
	378,0000	391,8460	-13,8460	13,8460	0,0366	0,0156
	421,0000	430,3004	-9,3004	9,3004	0,0221	0,0095
	458,0000	464,2955	-6,2955	6,2955	0,0137	0,0059
	508,0000	495,7927	12,2073	12,2073	0,0240	-0,0106
	530,0000	524,9040	5,0960	5,0960	0,0096	-0,0042
	556,0000	552,0724	3,9276	3,9276	0,0071	-0,0031
	569,0000	577,2604	-8,2604	8,2604	0,0145	0,0063
	603,0000	601,4492	1,5508	1,5508	0,0026	-0,0011
		Soma	8,50E-02	Soma	0,1722	Soma
	SE	1,30E-01	P	2,870	Bf	0,999
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	363,0000	355,1436	7,8564	7,8564	0,0216	-0,0095
	378,0000	392,7197	-14,7197	14,7197	0,0389	0,0166
	421,0000	427,5978	-6,5978	6,5978	0,0157	0,0068
	458,0000	460,0657	-2,0657	2,0657	0,0045	0,0020
	508,0000	491,5313	16,4687	16,4687	0,0324	-0,0143
	530,0000	521,8076	8,1924	8,1924	0,0155	-0,0068
	556,0000	551,1077	4,8923	4,8923	0,0088	-0,0038
	569,0000	579,1799	-10,1799	10,1799	0,0179	0,0077
	603,0000	606,9671	-3,9671	3,9671	0,0066	0,0028
		Soma	1,44E-02	Soma	0,1619	Soma
	SE	5,38E-02	P	2,699	Bf	1,003
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	363,0000	362,2502	0,7498	0,7498	0,0021	-0,0009
	378,0000	393,6220	-15,6220	15,6220	0,0413	0,0176
	421,0000	424,9938	-3,9938	3,9938	0,0095	0,0041
	458,0000	455,9110	2,0890	2,0890	0,0046	-0,0020
	508,0000	487,2828	20,7172	20,7172	0,0408	-0,0181
	530,0000	518,6546	11,3454	11,3454	0,0214	-0,0094
	556,0000	550,0265	5,9735	5,9735	0,0107	-0,0047
	569,0000	580,9436	-11,9436	11,9436	0,0210	0,0090
	603,0000	612,3154	-9,3154	9,3154	0,0154	0,0067
		Soma	1,79E-14	Soma	0,1668	Soma
	SE	5,98E-08	P	2,780	Bf	1,005

**Tabela 11- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da
formulação F4**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	356,0000	337,8178	18,1822	18,1822	0,0511	-0,0228
	389,0000	392,4374	-3,4374	3,4374	0,0088	0,0038
	428,0000	441,4226	-13,4226	13,4226	0,0314	0,0134
	477,0000	485,6767	-8,6767	8,6767	0,0182	0,0078
	510,0000	527,4295	-17,4295	17,4295	0,0342	0,0146
	584,0000	566,6304	17,3696	17,3696	0,0297	-0,0131
	618,0000	603,7225	14,2775	14,2775	0,0231	-0,0102
	638,0000	638,5320	-0,5320	0,5320	0,0008	0,0004
	667,0000	672,3298	-5,3298	5,3298	0,0080	0,0035
	Soma	1,00E+00	Soma	0,2053	Soma	-0,0026
	SE	4,48E-01	P	3,422	Bf	0,994
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	356,0000	345,7109	10,2891	10,2891	0,0289	-0,0127
	389,0000	393,7382	-4,7382	4,7382	0,0122	0,0053
	428,0000	438,9089	-10,9089	10,9089	0,0255	0,0109
	477,0000	481,4082	-4,4082	4,4082	0,0092	0,0040
	510,0000	522,9656	-12,9656	12,9656	0,0254	0,0109
	584,0000	563,2638	20,7362	20,7362	0,0355	-0,0157
	618,0000	602,5284	15,4716	15,4716	0,0250	-0,0110
	638,0000	640,3734	-2,3734	2,3734	0,0037	0,0016
	667,0000	678,0361	-11,0361	11,0361	0,0165	0,0071
	Soma	4,42E-03	Soma	0,1820	Soma	0,0004
	SE	2,97E-02	P	3,034	Bf	1,001
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	356,0000	353,2392	2,7608	2,7608	0,0078	-0,0034
	389,0000	394,7018	-5,7018	5,7018	0,0147	0,0063
	428,0000	436,1644	-8,1644	8,1644	0,0191	0,0082
	477,0000	477,0262	-0,0262	0,0262	0,0001	0,0000
	510,0000	518,4888	-8,4888	8,4888	0,0166	0,0072
	584,0000	559,9514	24,0486	24,0486	0,0412	-0,0183
	618,0000	601,4141	16,5859	16,5859	0,0268	-0,0118
	638,0000	642,2758	-4,2758	4,2758	0,0067	0,0029
	667,0000	683,7384	-16,7384	16,7384	0,0251	0,0108
	Soma	7,58E-14	Soma	0,1580	Soma	0,0019
	SE	1,23E-07	P	2,633	Bf	1,004

**Tabela 12- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da
formulação F5**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>	
Ostwald de Waelle	487,0000	478,4816	8,5184	8,5184	0,0175	-0,0077	
	545,0000	535,0656	9,9344	9,9344	0,0182	-0,0080	
	591,0000	584,1240	6,8760	6,8760	0,0116	-0,0051	
	614,0000	627,2633	-13,2633	13,2633	0,0216	0,0093	
	632,0000	667,0555	-35,0555	35,0555	0,0555	0,0234	
	694,0000	703,6917	-9,6917	9,6917	0,0140	0,0060	
	759,0000	737,7676	21,2324	21,2324	0,0280	-0,0123	
	782,0000	769,2652	12,7348	12,7348	0,0163	-0,0071	
	799,0000	799,4320	-0,4320	0,4320	0,0005	0,0002	
		Soma	7,28E-01	Soma	0,1832	Soma	-0,0012
	SE	3,82E-01	P	3,053	Bf	0,997	
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>	
Casson	545,0000	536,0181	8,9819	8,9819	0,0165	-0,0072	
	591,0000	580,3881	10,6119	10,6119	0,0180	-0,0079	
	614,0000	621,5874	-7,5874	7,5874	0,0124	0,0053	
	632,0000	661,4289	-29,4289	29,4289	0,0466	0,0198	
	694,0000	699,6923	-5,6923	5,6923	0,0082	0,0035	
	759,0000	736,6601	22,3399	22,3399	0,0294	-0,0130	
	782,0000	772,0262	9,9738	9,9738	0,0128	-0,0056	
	799,0000	806,9865	-7,9865	7,9865	0,0100	0,0043	
		Soma	2,09E-02	Soma	0,1559	Soma	0,0003
		SE	6,46E-02	P	2,599	Bf	1,001
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>	
Bingham	487,0000	497,4346	-10,4346	10,4346	0,0214	0,0092	
	614,0000	616,0833	-2,0833	2,0833	0,0034	0,0015	
	632,0000	655,8249	-23,8249	23,8249	0,0377	0,0161	
	694,0000	695,5664	-1,5664	1,5664	0,0023	0,0010	
	759,0000	735,3080	23,6920	23,6920	0,0312	-0,0138	
	782,0000	774,4736	7,5264	7,5264	0,0096	-0,0042	
	799,0000	814,2151	-15,2151	15,2151	0,0190	0,0082	
		Soma	1,29E-26	Soma	0,1628	Soma	0,0012
	SE	5,08E-14	P	2,714	Bf	0,000	

Tabela 13- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da subida da formulação F6

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	357,0000	339,2359	17,7641	17,7641	0,0498	-0,0222
	371,0000	376,5965	-5,5965	5,5965	0,0151	0,0065
	408,0000	408,7788	-0,7788	0,7788	0,0019	0,0008
	430,0000	436,9323	-6,9323	6,9323	0,0161	0,0069
	452,0000	462,7892	-10,7892	10,7892	0,0239	0,0102
	471,0000	486,5065	-15,5065	15,5065	0,0329	0,0141
	517,0000	508,4939	8,5061	8,5061	0,0165	-0,0072
	534,0000	528,7587	5,2413	5,2413	0,0098	-0,0043
	557,0000	548,1166	8,8834	8,8834	0,0159	-0,0070
		Soma	6,27E-01	Soma	0,1819	Soma
	SE	3,54E-01	P	3,031	Bf	0,995
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	357,0000	345,6639	11,3361	11,3361	0,0318	-0,0140
	371,0000	377,1251	-6,1251	6,1251	0,0165	0,0071
	408,0000	406,1505	1,8495	1,8495	0,0045	-0,0020
	430,0000	433,0357	-3,0357	3,0357	0,0071	0,0031
	452,0000	458,9800	-6,9800	6,9800	0,0154	0,0067
	471,0000	483,8508	-12,8508	12,8508	0,0273	0,0117
	517,0000	507,8401	9,1599	9,1599	0,0177	-0,0078
	534,0000	530,7566	3,2434	3,2434	0,0061	-0,0026
	557,0000	553,3800	3,6200	3,6200	0,0065	-0,0028
		Soma	4,72E-02	Soma	0,1329	Soma
	SE	9,71E-02	P	2,215	Bf	0,998
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	357,0000	351,9532	5,0468	5,0468	0,0141	-0,0062
	371,0000	377,8539	-6,8539	6,8539	0,0185	0,0079
	408,0000	403,7546	4,2454	4,2454	0,0104	-0,0045
	430,0000	429,2798	0,7202	0,7202	0,0017	-0,0007
	452,0000	455,1805	-3,1805	3,1805	0,0070	0,0030
	471,0000	481,0812	-10,0812	10,0812	0,0214	0,0092
	517,0000	506,9818	10,0182	10,0182	0,0194	-0,0085
	534,0000	532,5071	1,4929	1,4929	0,0028	-0,0012
	557,0000	558,4078	-1,4078	1,4078	0,0025	0,0011
		Soma	1,79E-15	Soma	0,0978	Soma
	SE	1,89E-08	P	1,631	Bf	1,000

**Tabela 14- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da
formulação F1**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	855,0000	855,6679	-0,6679	0,6679	0,0008	0,0003
	829,0000	834,1725	-5,1725	5,1725	0,0062	0,0027
	797,0000	810,5088	-13,5088	13,5088	0,0169	0,0073
	799,0000	784,5608	14,4392	14,4392	0,0181	-0,0079
	743,0000	755,7370	-12,7370	12,7370	0,0171	0,0074
	747,0000	723,6671	23,3329	23,3329	0,0312	-0,0138
	710,0000	686,0469	23,9531	23,9531	0,0337	-0,0149
	611,0000	640,9337	-29,9337	29,9337	0,0490	0,0208
	Soma	8,69E-02	Soma	0,1731	Soma	0,0019
	SE	1,32E-01	P	2,886	Bf	1,004
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	855,0000	860,9752	-5,9752	5,9752	0,0070	0,0030
	829,0000	835,4788	-6,4788	6,4788	0,0078	0,0034
	797,0000	808,5897	-11,5897	11,5897	0,0145	0,0063
	799,0000	780,4814	18,5186	18,5186	0,0232	-0,0102
	743,0000	750,8882	-7,8882	7,8882	0,0106	0,0046
	747,0000	719,9026	27,0974	27,0974	0,0363	-0,0160
	710,0000	686,0479	23,9521	23,9521	0,0337	-0,0149
	611,0000	648,8242	-37,8242	37,8242	0,0619	0,0261
	Soma	3,54E-02	Soma	0,1951	Soma	0,0022
	SE	8,41E-02	P	3,251	Bf	1,005
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	855,0000	865,7943	-10,7943	10,7943	0,0126	0,0054
	829,0000	836,2396	-7,2396	7,2396	0,0087	0,0038
	797,0000	806,2503	-9,2503	9,2503	0,0116	0,0050
	799,0000	776,2610	22,7390	22,7390	0,0285	-0,0125
	743,0000	746,2717	-3,2717	3,2717	0,0044	0,0019
	747,0000	716,7170	30,2830	30,2830	0,0405	-0,0180
	710,0000	686,7277	23,2723	23,2723	0,0328	-0,0145
	611,0000	656,7384	-45,7384	45,7384	0,0749	0,0314
	Soma	5,20E-14	Soma	0,2140	Soma	0,0025
	SE	1,02E-07	P	3,567	Bf	1,006

**Tabela 15- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da
formulação F2**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	753,0000	692,1267	60,8733	60,8733	0,0808	-0,0366
	612,0000	631,2374	-19,2374	19,2374	0,0314	0,0134
	556,0000	597,9061	-41,9061	41,9061	0,0754	0,0316
	542,0000	562,3347	-20,3347	20,3347	0,0375	0,0160
	505,0000	524,0243	-19,0243	19,0243	0,0377	0,0161
	473,0000	482,8944	-9,8944	9,8944	0,0209	0,0090
	452,0000	436,6635	15,3365	15,3365	0,0339	-0,0150
	422,0000	384,1146	37,8854	37,8854	0,0898	-0,0409
		Soma	1,37E+01	Soma	0,4075	Soma
	SE	1,65E+00	P	6,791	Bf	0,985
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	753,0000	699,8386	53,1614	53,1614	0,0706	-0,0318
	612,0000	631,0748	-19,0748	19,0748	0,0312	0,0133
	556,0000	595,1056	-39,1056	39,1056	0,0703	0,0295
	542,0000	558,0177	-16,0177	16,0177	0,0296	0,0126
	505,0000	519,5674	-14,5674	14,5674	0,0288	0,0124
	473,0000	480,0033	-7,0033	7,0033	0,0148	0,0064
	452,0000	437,6432	14,3568	14,3568	0,0318	-0,0140
	422,0000	392,1919	29,8081	29,8081	0,0706	-0,0318
		Soma	2,43E+00	Soma	0,3477	Soma
	SE	6,97E-01	P	5,795	Bf	0,992
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	753,0000	707,2518	45,7482	45,7482	0,0608	-0,0272
	612,0000	630,7474	-18,7474	18,7474	0,0306	0,0131
	556,0000	592,2160	-36,2160	36,2160	0,0651	0,0274
	542,0000	553,6847	-11,6847	11,6847	0,0216	0,0093
	505,0000	515,1533	-10,1533	10,1533	0,0201	0,0086
	473,0000	477,1803	-4,1803	4,1803	0,0088	0,0038
	452,0000	438,6489	13,3511	13,3511	0,0295	-0,0130
	422,0000	400,1176	21,8824	21,8824	0,0519	-0,0231
		Soma	3,24E-13	Soma	0,2884	Soma
	SE	2,55E-07	P	4,807	Bf	0,997

**Tabela 16- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da
formulação F3**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	603,0000	623,0356	-20,0356	20,0356	0,0332	0,0142
	598,0000	579,6885	18,3115	18,3115	0,0306	-0,0135
	576,0000	555,5781	20,4219	20,4219	0,0355	-0,0157
	526,0000	529,5232	-3,5232	3,5232	0,0067	0,0029
	499,0000	501,0583	-2,0583	2,0583	0,0041	0,0018
	455,0000	469,9904	-14,9904	14,9904	0,0329	0,0141
	429,0000	434,3739	-5,3739	5,3739	0,0125	0,0054
	400,0000	392,8767	7,1233	7,1233	0,0178	-0,0078
		Soma	1,56E-02	Soma	0,1734	Soma
	SE	5,58E-02	P	2,890	Bf	1,003
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	603,0000	629,3173	-26,3173	26,3173	0,0436	0,0186
	598,0000	579,2595	18,7405	18,7405	0,0313	-0,0138
	576,0000	552,8588	23,1412	23,1412	0,0402	-0,0178
	526,0000	525,4628	0,5372	0,5372	0,0010	-0,0004
	499,0000	496,8546	2,1454	2,1454	0,0043	-0,0019
	455,0000	467,1742	-12,1742	12,1742	0,0268	0,0115
	429,0000	435,0870	-6,0870	6,0870	0,0142	0,0061
	400,0000	400,2495	-0,2495	0,2495	0,0006	0,0003
		Soma	6,96E-02	Soma	0,1620	Soma
	SE	1,18E-01	P	2,701	Bf	1,006
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	603,0000	635,2710	-32,2710	32,2710	0,0535	0,0226
	598,0000	578,5247	19,4753	19,4753	0,0326	-0,0144
	576,0000	549,9444	26,0556	26,0556	0,0452	-0,0201
	526,0000	521,3641	4,6359	4,6359	0,0088	-0,0038
	499,0000	492,7838	6,2162	6,2162	0,0125	-0,0054
	455,0000	464,6177	-9,6177	9,6177	0,0211	0,0091
	429,0000	436,0374	-7,0374	7,0374	0,0164	0,0071
	400,0000	407,4571	-7,4571	7,4571	0,0186	0,0080
		Soma	1,19E-12	Soma	0,2088	Soma
	SE	4,88E-07	P	3,480	Bf	1,007

**Tabela 17- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da
formulação F4**

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	667,0000	666,7476	0,25237	0,2524	0,0004	-0,0002
	656,0000	647,4442	8,55575	8,5558	0,0130	-0,0057
	634,0000	627,0974	6,90261	6,9026	0,0109	-0,0048
	597,0000	604,8524	-7,85236	7,8524	0,0132	0,0057
	578,0000	580,6498	-2,64979	2,6498	0,0046	0,0020
	546,0000	554,0034	-8,00343	8,0034	0,0147	0,0063
	515,0000	524,6597	-9,65974	9,6597	0,0188	0,0081
	490,0000	490,6589	-0,65887	0,6589	0,0013	0,0006
	464,0000	450,5105	13,48948	13,4895	0,0291	-0,0128
		Soma	1,41E-01	Soma	0,1059	Soma
	SE	1,68E-01	P	1,765	Bf	0,998
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	667,0000	672,7869	-5,78686	5,7869	0,0087	0,0038
	656,0000	649,7882	6,21179	6,2118	0,0095	-0,0041
	634,0000	626,4074	7,59258	7,5926	0,0120	-0,0052
	597,0000	601,8349	-4,83492	4,8349	0,0081	0,0035
	578,0000	576,2467	1,75332	1,7533	0,0030	-0,0013
	546,0000	549,4213	-3,42133	3,4213	0,0063	0,0027
	515,0000	521,4675	-6,46745	6,4675	0,0126	0,0054
	490,0000	491,0919	-1,09186	1,0919	0,0022	0,0010
	464,0000	457,9094	6,09057	6,0906	0,0131	-0,0057
		Soma	2,10E-03	Soma	0,0754	Soma
	SE	2,05E-02	P	1,257	Bf	1,000
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	667,0000	678,4719	-11,4719	11,4719	0,0172	0,0074
	656,0000	651,7185	4,2815	4,2815	0,0065	-0,0028
	634,0000	625,3527	8,6473	8,6473	0,0136	-0,0060
	597,0000	598,5993	-1,5993	1,5993	0,0027	0,0012
	578,0000	571,8458	6,1542	6,1542	0,0106	-0,0046
	546,0000	545,0923	0,9077	0,9077	0,0017	-0,0007
	515,0000	518,7266	-3,7266	3,7266	0,0072	0,0031
	490,0000	491,9732	-1,9732	1,9732	0,0040	0,0017
	464,0000	465,2197	-1,2197	1,2197	0,0026	0,0011
		Soma	2,18E-14	Soma	0,0662	Soma
	SE	6,60E-08	P	1,104	Bf	1,001

Tabela 18- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F5

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	727,0000	827,5249	-100,525	100,5249	0,1383	0,0562
	855,0000	813,9544	41,046	41,0456	0,0480	-0,0214
	829,0000	799,4573	29,543	29,5427	0,0356	-0,0158
	797,0000	783,3705	13,630	13,6295	0,0171	-0,0075
	799,0000	765,5712	33,429	33,4288	0,0418	-0,0186
	743,0000	745,5953	-2,595	2,5953	0,0035	0,0015
	747,0000	723,1047	23,895	23,8953	0,0320	-0,0141
	710,0000	696,3449	13,655	13,6551	0,0192	-0,0084
	611,0000	663,6791	-52,679	52,6791	0,0862	0,0359
		Soma	3,63E-01	Soma	0,4218	Soma
	SE	2,69E-01	P	7,030	Bf	1,018
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	799,0000	844,3676	-45,3676	45,3676	0,0568	0,0240
	813,0000	815,0421	-2,0421	2,0421	0,0025	0,0011
	823,0000	785,2381	37,7619	37,7619	0,0459	-0,0204
	786,0000	753,9251	32,0749	32,0749	0,0408	-0,0181
	727,0000	721,3293	5,6707	5,6707	0,0078	-0,0034
	680,0000	687,1712	-7,1712	7,1712	0,0105	0,0046
	644,0000	651,5919	-7,5919	7,5919	0,0118	0,0051
	607,0000	612,9503	-5,9503	5,9503	0,0098	0,0042
	563,0000	570,7639	-7,7639	7,7639	0,0138	0,0059
		Soma	1,44E-01	Soma	0,1997	Soma
	SE	1,70E-01	P	3,329	Bf	1,007
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	799,0000	850,8480	-51,8480	51,8480	0,0649	0,0273
	813,0000	816,9440	-3,9440	3,9440	0,0049	0,0021
	823,0000	783,5313	39,4687	39,4687	0,0480	-0,0213
	786,0000	749,6272	36,3728	36,3728	0,0463	-0,0206
	727,0000	715,7232	11,2768	11,2768	0,0155	-0,0068
	680,0000	681,8191	-1,8191	1,8191	0,0027	0,0012
	644,0000	648,4065	-4,4065	4,4065	0,0068	0,0030
	607,0000	614,5024	-7,5024	7,5024	0,0124	0,0053
	563,0000	580,5984	-17,5984	17,5984	0,0313	0,0134
		Soma	3,76E-11	Soma	0,2326	Soma
	SE	2,74E-06	P	3,877	Bf	1,008

Tabela 19- Parâmetros estatísticos relativos ao ajuste dos modelos reológicos da descida da formulação F6

	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Ostwald de Waelle	557,0000	563,9985	-6,9985	6,9985	0,0126	0,0054
	537,0000	549,6308	-12,6308	12,6308	0,0235	0,0101
	553,0000	534,4298	18,5702	18,5702	0,0336	-0,0148
	528,0000	517,7419	10,2581	10,2581	0,0194	-0,0085
	500,0000	499,5003	0,4997	0,4997	0,0010	-0,0004
	476,0000	479,3094	-3,3094	3,3094	0,0070	0,0030
	451,0000	456,9371	-5,9371	5,9371	0,0132	0,0057
	428,0000	430,8224	-2,8224	2,8224	0,0066	0,0029
	402,0000	399,6997	2,3003	2,3003	0,0057	-0,0025
		Soma	4,90E-03	Soma	0,1225	Soma
	SE	3,13E-02	P	2,042	Bf	1,002
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Casson	557,0000	568,4906	-11,4906	11,4906	0,0206	0,0089
	537,0000	551,2684	-14,2684	14,2684	0,0266	0,0114
	553,0000	533,7237	19,2763	19,2763	0,0349	-0,0154
	528,0000	515,2428	12,7572	12,7572	0,0242	-0,0106
	500,0000	495,9495	4,0505	4,0505	0,0081	-0,0035
	476,0000	475,6669	0,3331	0,3331	0,0007	-0,0003
	451,0000	454,4647	-3,4647	3,4647	0,0077	0,0033
	428,0000	431,3427	-3,3427	3,3427	0,0078	0,0034
	402,0000	405,9758	-3,9758	3,9758	0,0099	0,0043
		Soma	1,57E-02	Soma	0,1404	Soma
	SE	5,60E-02	P	2,340	Bf	1,003
	<i>Observados</i>	<i>Preditos</i>	<i>Resíduos</i>	<i>Módulo</i>	<i>/exp</i>	<i>log</i>
Bingham	557,0000	572,6462	-15,6462	15,6462	0,0281	0,0120
	537,0000	552,5147	-15,5147	15,5147	0,0289	0,0124
	553,0000	532,6750	20,3250	20,3250	0,0368	-0,0163
	528,0000	512,5435	15,4565	15,4565	0,0293	-0,0129
	500,0000	492,4120	7,5880	7,5880	0,0152	-0,0066
	476,0000	472,2805	3,7195	3,7195	0,0078	-0,0034
	451,0000	452,4408	-1,4408	1,4408	0,0032	0,0014
	428,0000	432,3093	-4,3093	4,3093	0,0101	0,0044
	402,0000	412,1779	-10,1779	10,1779	0,0253	0,0109
		Soma	2,91E-26	Soma	0,1846	Soma
	SE	7,63E-14	P	3,076	Bf	1,004