

Avaliação da estabilidade de geleia de maracujá adicionada da farinha da casca do maracujá e inulina por meio de indicadores físicos, físico-químicos e microbiológicos

Evaluation of passion fruit jelly stability added from passion fruit and inulina peel flour by physical, physical-chemical and microbiological indicators

Evaluación de la estabilidad de la gelatina de maracuyá añadida a la harina de cáscara de maracuyá e inulina mediante indicadores físicos, fisicoquímicos y microbiológicos

Recebido: 08/08/2022 | Revisado: 18/08/2022 | Aceito: 19/08/2022 | Publicado: 05/09/2022

Ingrid Paloma Conrado Garrido

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9247-4876>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: paloma.gaarrido@hotmail.com

Sinthya Kelly Queiroz Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5397-2952>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: sinthyakelly_18@hotmail.com

Emily Bezerra Coutinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5004-3418>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: couthoemily@gmail.com

Elizabeth Alves de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5827-3648>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: elizabethalvescg@gmail.com

Deyzi Santos Gouveia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3775-2727>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Email: deyzigouveia2012@gmail.com

Patricia Pinheiro Fernandes Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0392-3698>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: patriciaprs@gmail.com

Mércia Melo de Almeida Mota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1336-9355>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: mercia01@gmail.com

Jorge Jacó Alves Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1074-2468>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: jaco-m@hotmail.com

Resumo

Dentre as frutas produzidas no Brasil, o maracujá pode ser utilizado para preparação dos mais diversos produtos. A geleia, por exemplo, tem se tornado uma alternativa para a utilização de frutas por proporcionar o aumento da vida de prateleira e agregar valor ao produto, por meio da fruta completa ou de seus resíduos, quando possuírem valor tecnológico. A casca do maracujá é rica em pectina, fibras e carboidratos. A inulina é uma fibra solúvel, comumente extraída da chicória ou da alcachofra, que oferece vários benefícios nutricionais e tecnológicos. Com a crescente busca por alimentos com propriedades funcionais e a expressiva quantidade de resíduos gerados pelas indústrias, objetivou-se elaborar uma geleia de maracujá adicionada da farinha da sua casca e inulina e avaliar sua estabilidade. Os parâmetros físicos e físico-químicos analisados foram acidez titulável, pH, atividade de água, sólidos solúveis, teor de água, açúcares redutores e não-redutores e, quanto às análises microbiológicas, realizou-se a contagem de coliformes totais e termotolerantes, e de bolores e leveduras. Observou-se que todas as formulações se enquadraram nos padrões estabelecidos pela legislação para geleias de frutas, com exceção do pH, que somente a formulação F4 mostrou-se adequada. Concluindo-se que a geleia com 1% de farinha da casca de maracujá e 4% de inulina é a mais viável para uma produção em escala industrial.

Palavras-chave: Resíduo; Fibra; Geleia.

Abstract

Among the fruits produced in Brazil, passion fruit can be used to prepare the most diverse products. Jelly, for example, has become an alternative to fruit utilization by providing increased shelf life and adding value to the product through whole fruit or its residues when they have technological value. Passion fruit rind is rich in pectin, fiber and carbohydrates. Inulin is a soluble fiber, commonly extracted from chicory or artichoke, which offers several nutritional and technological benefits. With the growing search for foods with functional properties and the significant amount of residues generated by the industries, the objective was to elaborate a passion fruit jelly added to the flour of its shell and inulin and to evaluate its stability. The physical and physicochemical parameters were titratable acidity, pH, water activity, soluble solids, water content, reducing and non-reducing sugars. of mold and yeast. All formulations were found to comply with the standards established by the legislation for fruit jellies, except for pH, which only formulation F4 was adequate. In conclusion, jelly with 1% of passion fruit rind flour and 4% inulin is the most viable for industrial scale production.

Keywords: Residue; Fiber; Jam.

Resumen

Entre las frutas producidas en Brasil, la maracujá se puede utilizar para preparar los más diversos productos. La jalea, por ejemplo, se ha convertido en una alternativa para el aprovechamiento de las frutas, ya que proporciona un aumento de la vida útil y agrega valor al producto, a través de la fruta entera o sus residuos, cuando tienen valor tecnológico. La cáscara de maracujá es rica en pectina, fibra y carbohidratos. La inulina es una fibra soluble, comúnmente extraída de la achicoria o las alcachofas, que ofrece varios beneficios nutricionales y tecnológicos. Ante la creciente búsqueda de alimentos con propiedades funcionales y la expresiva cantidad de residuos generados por las industrias, el objetivo fue elaborar una gelatina de maracujá adicionada con la harina de su cáscara e inulina y evaluar su estabilidad. Los parámetros físicos y fisicoquímicos analizados fueron acidez titulable, pH, actividad de agua, sólidos solubles, contenido de agua, azúcares reductores y no reductores y, en cuanto al análisis microbiológico, se contaron coliformes totales y termotolerantes, y de mohos y levaduras. Se observó que todas las formulaciones cumplieron con los estándares establecidos por la legislación para jaleas de frutas, con excepción del pH, en el cual solo la formulación F4 fue adecuada. Se concluyó que la gelatina con 1% de harina de cáscara de maracujá y canteri 4% de inulina es la más viable para una producción a escala industrial.

Palabras clave: Resíduo; Fibra; Mermelada.

1. Introdução

Frutas e vegetais têm ocupado lugar de destaque na dieta humana pois consistem de importante fonte de nutrientes e vitaminas, em especial vitaminas C e A; minerais, e, mais recentemente fotoquímicos, especialmente antioxidantes. Bem como, são excelentes em fonte de fibra e possuem relativamente baixo teor de calorías. Ainda, possuem propriedades promotoras para a saúde que incluem redução do risco de doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, diabetes tipo II, inflamações e obesidade (Slavin & Lloyd, 2012; Rekhy & Mcconchie, 2014; Silva *et al.*, 2021).

O Brasil, em 2021, foi considerado o principal produtor e consumidor mundial de maracujá, sendo o maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) responsável por mais de 90% da produção nacional (Santos *et al.*, 2021). O aroma refrescante, alto teor de açúcar e acidez favorável aumentam o apelo do maracujá para consumo. Sua polpa pode ser retirada e saboreada junto com as sementes, transformando-a em geleia ou suco, ou usada como agente aromatizante em bebidas alcoólicas e/ou balas (Prasertsri *et al.*, 2019).

Para obtenção do suco de maracujá, as indústrias extratoras aproveitam apenas a polpa, que representa cerca de 40% do peso do fruto, e os resíduos como a casca e sementes são deixados de lado. Conseqüentemente, torna-se necessário pensar em formas de reaproveitar esses resíduos, principalmente devido à grande quantidade de componentes importantes descartados. Assim, a casca do maracujá não pode ser vista só como resíduo, mas também como matéria-prima (Ricardino *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2021). Logo, a farinha da casca do maracujá, considerada resíduo agroindustrial, contém alto teor de fibras que pode servir para o enriquecimento de produtos alimentícios (Oliveira *et al.*, 2002; Giuntini *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2015).

A geleia é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar, água e concentrado, até consistência gelatinosa. Sendo classificada como, geleia comum – que apresenta uma proporção de 40 partes

de frutas frescas e, geleia extra – apresentando uma proporção de 50 partes de frutas frescas. Nos últimos anos, vêm sendo utilizadas como uma forma de aproveitado das safras de frutas, as quais possuem uma boa aceitabilidade no mercado (Brasil, 2005; Zanatta *et al.*, 2011).

A inulina é extraída geralmente da raiz da chicória (*Chicoriumintybus L.*) ou alcachofra (*cynara cardunculus*), é uma fibra solúvel e considerada um componente prébiótico. Este polissacarídeo se comporta no organismo similar às fibras alimentares, onde sua ingestão promove o equilíbrio de bifidobactérias, melhorando a função e metabolismo gastrointestinal (Passos & Park, 2003; Bossher, et al., 2006; Strachorski & Raupp, 2019).

O objetivo deste trabalho foi estudar a estabilidade de geleias de maracujá, tipo extra, adicionada de prebiótico inulina com diferentes concentrações (4, 8 e 12%), bem como da farinha da casca do maracujá (1, 3 e 5%), durante o armazenamento por 120 dias, em condições ambientais a partir de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos.

2. Metodologia

2.1 Local da Pesquisa

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

2.2 Material da Pesquisa

As matérias-primas utilizadas foram polpa do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg), pectina cítrica extraída do próprio maracujá, como geleificante, açúcar de confeito, para melhor dissolução e formação do composto, farinha da casca do maracujá, obtidas no comércio local de Campina Grande – PB, e o prebiótico inulina de agave em pó, adquirido na loja online da BIOVEA Natural Foods.

2.3 Obtenção e caracterização da farinha da casca de maracujá

Os maracujás foram lavados em água corrente, sanitizados em solução clorada com 100ppm de cloro ativo por um período de 15min e enxaguados, e em seguida, descascados manualmente com uso de facas de aço inoxidável e despolpados. A partir das cascas dos maracujás, foram obtidas a farinha e a pectina natural. A obtenção da farinha foi realizada colocando as cascas de maracujá em secadora com Circulação/Renovação de Ar modelo MA 035 da Marca Marconi na temperatura de 60°C/24 horas. Após o processo de secagem, o material foi moído e peneirado para se obter a farinha.

As análises físico-químicas da farinha da casca de maracujá foram realizadas em triplicata quanto aos parâmetros de teor de água, atividade de água, acidez e pH, de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.4 Elaboração da geleia formulada com farinha da casca do maracujá e inulina

Na Tabela 1 estão descritos todos os ingredientes necessários para a produção das geleias.

Tabela 1. Descrição dos ingredientes utilizados no processamento de geleia de maracujá adicionada da farinha da casca do mesmo e inulina.

INGREDIENTES	QUANTIDADE		
Polpa de maracujá	200 ml	200 ml	200 ml
Água	200 ml	200 ml	200 ml
Pectina Natural	1 %	1 %	1 %
Farinha da Casca de Maracujá	1 %	3 %	5 %
Inulina	4 %	8 %	12 %
Açúcar de Confeiteiro	100 %	100 %	100 %
Ácido Cítrico	0,4 %	0,4 %	0,4 %

% = (p/v) em relação a 400 ml (100%) da base líquida constituída pela polpa de maracujá e água. Fonte: Autores.

As geleias foram elaboradas com proporção de 1:1 (polpa/sacarose), tendo em vista o tipo escolhido da produção de geleias tipo extra, cujas formulações elaboradas seguiram o delineamento experimental do tipo fatorial com dois níveis, duas variáveis [2²] e três pontos centrais, totalizando 7 experimentos como listados na Tabela 2. As concentrações de farinha de casca de maracujá (X₁) e de inulina (X₂) foram estabelecidas como as variáveis independentes, com o objetivo de obter um melhor estudo sobre a otimização do processo de fabricação e analisar a influência das variáveis independentes (concentração da farinha da casca do maracujá e concentração de inulina) sobre as variáveis respostas (características físicas e físico-químicas, assim como também as interações entre elas). O efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foi avaliado mediante análise estatística, utilizando-se o programa computacional Statistica® versão 7.0.

Tabela 2. Planejamento experimental – Matriz de ensaios para o projeto com duas variáveis e três níveis de variação, e seus valores codificados e reais.

Experimentos	X ₁	X ₂	F(%)	I(%)
1	1,00	1,00	5,0	12,0
2	-1,00	1,00	1,0	12,0
3	1,00	-1,00	5,0	4,0
4	-1,00	-1,00	1,0	4,0
5	0,00	0,00	3,0	8,0
6	0,00	0,00	3,0	8,0
7	0,00	0,00	3,0	8,0

F = Farinha da casca de Maracujá; I = Inulina. Fonte: Autores.

As diferentes formulações foram submetidas à cocção em tacho aberto de aço inoxidável até atingirem teores de sólidos solúveis totais de 65 a 70 °Brix (Gava, 1984). Em seguida, as geleias foram armazenadas, a temperatura ambiente, em potes de propileno com capacidade de 500ml, em local limpo, seco e arejado em temperatura ambiente.

2.4.1 Caracterização física, físico-química e microbiológica da geleia adicionada de farinha da casca do maracujá e inulina

Após 24 horas, as diferentes formulações foram submetidas às análises físicas, físico-químicas e microbiológicas. No início da estocagem (tempo zero) e a cada trinta dias após o processamento, por um período de 120 dias, foram avaliados a estabilidade (em triplicata) das geleias por meio das seguintes análises:

- **Atividade de água:** A atividade de água das amostras foi determinada com o auxílio do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25°C;
- **pH:** Através de leitura direta em peagâmetro;
- **Acidez Titulável:** Determinado por titulometria utilizando-se solução de NaOH 0,1M com indicador fenolfaleína até obtenção de coloração róseo claro permanente, conforme metodologia Brasil (1986);
- **Açúcares totais e redutores, teor de água e sólidos solúveis:** Determinados de acordo com as metodologias descritas no manual do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008);
- **Textura:** A determinação do Perfil de Textura será realizada com o auxílio do texturômetro TA.XT Plus Texture Analyser, utilizando o probe P/36R cilindro de alumínio com diâmetro de 36 mm de diâmetro. A metodologia utilizada para a obtenção dos parâmetros relacionados à textura será a de Análise de Perfil de Textura (TPA) e os atributos de firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade foram analisados.
- **Análise microbiológica:** Consistiu na determinação do teor de coliformes totais e termotolerantes no período de 24 a 48hrs em 35 °C e 45°C de acordo com Silva et al, (2000), e de bolores e leveduras, as quais foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Silva, Junqueira e Silveira (2001). Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução RDC nº. 12/2001 da ANVISA (Brasil, 2001).

2.4.2 Avaliação da vida de prateleira das geleias nos tempos 0, 30, 60 dias

Foi analisada a partir de seus parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos, a vida de prateleira da geleia adicionada da farinha da casca de maracujá e de inulina. Em virtude de perda de amostras por contaminação após o período de 60 dias, foram submetidas à análises apenas nos tempos 0, 30 e 60 dias após o processamento, segundo as metodologias descritas no item 2.4.1.

2.4.3 Análise estatística

Para o armazenamento os resultados das análises físico-químicas foram tratados no programa computacional *Assistat* versão 7.7 beta, com delineamento experimental de blocos inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias se realizou pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Já as análises de textura, açúcares totais e redutores, foram realizadas somente no tempo zero (24 horas após o processamento da geleia) e seus resultados foram tratados no programa *Statistic 7.0*.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização físico-química da farinha da casca do maracujá

Encontram-se na Tabela 3 os valores médios e seus respectivos desvios-padrão encontrados na caracterização físico-química da farinha da casca do maracujá. Na tabela acima, observa-se que o valor de pH encontrado é próximo do reportado por Souza *et al.*, (2015) que foi de 3,92, e mais distante de 3,11, valor encontrado por Canteri *et al.*, (2010). Para o teor de água, a farinha apresentou valor de 6,66%, sendo este valor muito próximo a outros valores encontrados na literatura. Os sólidos totais correspondem a um valor médio de 93,34%, relacionando-se diretamente com o teor de água numa significância de 95% ($p < 0,05$). A acidez da farinha foi de 2,35 % de ácido cítrico, quase igual ao valor reportado de 2,49 % (Souza *et al.*, 2015).

Tabela 3. Valores médios obtidos para as análises de pH, teor de água, sólidos totais, acidez e atividade de água da farinha da casca do maracujá.

pH	Teor de água (%)	Sólidos Totais (%)	Acidez Total Titulável (%)	Atividade de água
4,7 ± 0,009	6,66 ± 0,25	93,34 ± 0,25	2,35 ± 0,04	0,457

Fonte: Autores.

Já a atividade de água, influência sobre a vida útil do produto em que valores próximos a 1 elevam as alterações químicas, físicas e microbiológicas ou enzimáticas, levam a deterioração da qualidade do produto e a inaceitabilidade, portanto, o controle da temperatura, umidade e atividade de água são fatores essenciais na preservação da qualidade do produto (Sarantópoulos et al., 2001). O valor encontrado neste trabalho foi de 0,457.

3.2 Caracterização física e físico-química das formulações de geleias adicionadas da farinha da casca de maracujá e inulina no ponto 0

Os valores encontrados para o perfil de textura das geleias estão dispostos na Tabela 4. Analisando os resultados à cerca do Perfil de Textura das geleias, observa-se que as formulações variaram significativamente entre si para todos os parâmetros, com exceção da elasticidade que se manteve constante para todas.

Tabela 4. Valores médios obtidos para a análise de textura das geleias adicionadas de farinha da casca de seu resíduo e inulina no ponto 0.

Formulações	Firmeza	Elasticidade	Coesividade	Adesividade	Gomosidade	Mastigabilidade
1	0,3803b	0,9998a	0,8225 ^a	0,7620b	0,3125b	0,3125b
2	0,1706a	0,9999a	0,9237b	0,0012a	0,1576a	0,1576a
3	0,8953c	1,0008a	0,8231 ^a	4,3403c	0,7375c	0,7375c
4	0,2280a	1,0000a	0,8499 ^a	0,0953b	0,1934a	0,1934a
5	0,2726b	1,0000a	0,8368 ^a	0,6063b	0,2268a	0,2268a
6	0,2916b	1,0000a	0,8048 ^a	0,4240b	0,2345a	0,2345a
7	0,3613b	0,9966a	0,7796 ^a	0,5040b	0,2795b	0,2795b

Letras diferentes na mesma coluna significam que os resultados diferem estaticamente entre si ($p < 0.05$). Fonte: Autores.

Para a firmeza, os maiores valores observados foram os da F1 e da F3, podendo ser explicado pela maior quantidade de farinha da casca de maracujá presente nessas formulações. Tal fato é positivo, pois esse parâmetro descreve uma boa qualidade do produto. Com relação ao parâmetro coesividade, as formulações apresentaram valores altos. Garrido et al. (2015) elaborou geleias de maçã com tratamentos distintos quanto à concentração de pectina e observaram valores de 0,37 a 0,53 N para coesividade. A F2, formulação com maior valor, possui muita farinha e pouca inulina, o que pode ter influenciado numa maior junção das moléculas.

Quanto à adesividade, as formulações variaram significativamente entre si, com a F3 apresentando um valor muito superior as demais. Assim como para os parâmetros gomosidade e mastigabilidade. À medida que se aumenta o valor da mastigabilidade, aumenta-se a energia requerida para mastigar a geleia. Desta forma, F1 e F5, maiores porcentagens de farinha da casca de maracujá, apresentaram tal comportamento devido à consistência mais firme das formulações.

Há algumas razões que explicam a variação de textura entre geleias, tais como açúcar, pH, acidez e conteúdo de pectina solúvel, que são os principais fatores que podem influenciar a geleificação e a textura do produto (Souza et al., 2015). No caso do presente estudo, essas variações podem ser explicadas pelas propriedades da farinha que é utilizada no processo e pelo binômio tempo-temperatura utilizado na etapa de processamento.

Para as análises físico-químicas das geleias produzidas neste trabalho, os resultados estão apresentados na Tabela 5. Os sólidos solúveis das geleias mantiveram-se dentro da faixa mínima de 65° Brix, havendo apenas uma discrepância na formulação de número 5, o qual o brix deu 73, sendo a sua mais provável causa, a longa exposição ao fogo. Oliveira et al., (2016) encontrou o valor exato de 73° Brix em geleia diet de maracujá. No que diz respeito ao pH das geleias, de acordo com Gava (1984), as concentrações ótimas para a formação do gel das geleias estão próximas do pH 3,2, em valores maiores que 3,5, não se consegue gel com as quantidades normais de sólidos solúveis, ainda assim, os valores de pH mantiveram-se dentro do esperado quando se comparado a literatura.

Tabela 5. Valores médios obtidos para as análises físico-químicas da geleia de maracujá adicionada da farinha do seu resíduo e inulina no ponto 0.

Formulação	Sólidos	pH	Teor de água (%)	Acidez Total	Açúcares Redutores	Açúcares Não Redutores	Atividade de água
	Solúveis (°Brix)			Titulável (%)			
1	66 ± 0	3,6 ± 0,05	27,10 ± 0,49	1,12 ± 0,12	14,38 ± 0,45	55,41 ± 0,76	0,8413
2	66 ± 0	3,4 ± 0,03	32,84 ± 0,26	1,16 ± 0,04	10,98 ± 0,87	50,53 ± 2,82	0,848
3	65 ± 0	3,7 ± 0,02	37,79 ± 0,31	1,12 ± 0,06	16,63 ± 0,14	72,08 ± 3,64	0,8324
4	66 ± 0	3,5 ± 0,05	35,45 ± 0,45	1,17 ± 0,03	19,1 ± 1,21	86,62 ± 6,31	0,8274
5	73 ± 0,28	3,6 ± 0,02	32,85 ± 0,09	1,21 ± 0,01	16,99 ± 0,73	56,35 ± 1,34	0,7604
6	67 ± 0,28	3,6 ± 0,01	25,69 ± 0,17	1,28 ± 0,06	16,21 ± 0,35	47,87 ± 2,99	0,8082
7	67 ± 0,57	3,6 ± 0,01	25,72 ± 1,24	1,26 ± 0,09	15,14 ± 0,59	46,83 ± 1,89	0,7978

Fonte: Autores.

Os teores de água das geleias reportam valores semelhantes aos encontrados por Souza; et al., (2016) para geleia de tamarindo sem (33,94 %) e com (38,88 %) pectina. A acidez da geleia ficou um pouco acima do que é estipulado para uma geleia que não tenha o risco de sinérese (>1%), porém outros trabalhos reportaram valores ainda maiores como Souza; et al., (2016) 1,91 % e 1,82 %, em geleia de tamarindo sem e com pectina, respectivamente.

Os resultados para açúcares redutores se mostraram próximos entre si e semelhantes aos resultados encontrados por Fernandes *et al.*, (2013) em geleia de goiaba. Os açúcares não redutores mostraram-se próximos entre si, com exceção das formulações 3 e 4 que deram um valor superior aos encontrados na literatura.

A disponibilidade da água para a atividade microbiológica, enzimática ou química é que determina a vida de prateleira de um alimento, e isso é medido pela atividade de água (A_w) do alimento (Fellows, 2006). Os valores encontrados para as formulações ficaram semelhantes entre si e semelhantes também a outros trabalhos como Batista *et al.*, (2016) em geleia de jabuticaba com adição de chia e biomassa de banana verde que encontraram valores na faixa de 0,83 a 0,85.

3.3 Avaliação da vida de prateleira do produto

Após realizada a análise de regressão e a análise de variância (ANOVA) dos resultados obtidos do planejamento experimental para as respostas: acidez, pH, teor de água, atividade de água e °Brix, obtivemos valores de $F_{\text{calculado}}$ menor que o respectivo valor de F_{tabelado} , logo os parâmetros não foram estatisticamente significativos, não gerando superfície de resposta.

Para avaliar a vida de prateleira foi considerado o planejamento fatorial em blocos com dois fatores, o tempo de armazenamento de sessenta dias e as formulações do planejamento experimental, considerando apenas um ponto central. De acordo com a análise fatorial, o teste de comparação de médias referente à análise de acidez foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados não diferiram estatisticamente entre si.

Na Tabela 6 encontra-se o comportamento da variável atividade de água referente às cinco formulações da geleia durante o armazenamento por 60 dias. A atividade de água para geleias deve ser menor que 0,95 com intuito de evitar o crescimento de bactérias patogênicas, conforme Pimentel *et al.*, (2002). Sendo assim, os valores de 0,75 a 0,86 apresentados na Tabela 6, mostra-se como satisfatórios.

Como observado na Tabela 6, os maiores valores para atividade de água foram apresentados pelas formulações F1 e F2, tal fator pode ser explicado pela maior concentração de inulina nessas amostras. Observou-se também um aumento na atividade de água com o passar do tempo, tal fator é indesejável quando se analisa a estabilidade de um produto. Portanto, a amostra mais aceitável nesse quesito é a quinta formulação (F5).

Tabela 6. Comportamento da variável atividade de água durante 60 dias de armazenamento.

Tempo	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0 dias	0.8341 cAB	0.8383cA	0.8282 bB	0.8173 aC	0.7486 aD
30 dias	0.8426 bAB	0.8478 bA	0.8358 aB	0.8231 aC	0.7552 aD
60 dias	0.8631 aA	0.8559 aA	0.8320 abB	0.8198 aC	0.7523 aD

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1, F2, F3, F4 e F5 formulações. Fonte: Autores.

Na Tabela 7 encontra-se o comportamento da variável pH referente às cinco formulações das geleias durante o armazenamento de 60 dias. Na produção de geleias, a formação do gel é obtida num pH em torno de 3,0 e a legislação sugere um pH máximo de 3,4 para geleias de frutas. Todavia, observou-se que as cinco formulações de geleias adicionadas de farinha da casca de maracujá e inulina ultrapassaram o valor exigido. A média geral entre os tratamentos foi de 3,56.

Tabela 7. Comportamento da variável pH durante 60 dias de armazenamento.

Tempo	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0 dias	3.6700 aB	3.5093 aD	3.7347 aA	3.5863 aC	3.6447 aB
30 dias	3.6847 aA	3.5173 aC	3.6997 bA	3.4923 bC	3.5950 bB
60 dias	3.6913 aA	3.5183 aC	3.6533 cB	3.4673 bD	3.5167 cC

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1, F2, F3, F4 e F5 formulações. Fonte: Autores.

Quanto ao comportamento da variável pH nas geleias, observa-se na Tabela 7 que os valores obtidos variaram entre 3.4673 e 3.6913, na formulação com menor concentração da farinha da casca de maracujá e da inulina, e na formulação de

maior concentração, respectivamente. Constatando a influência das variáveis sobre o produto e verificando que a formulação com maior aproximação do que é exigido foi a quarta formulação (F4).

Na Tabela 8, encontra-se o comportamento da variável teor de água referente às cinco formulações das geleias durante o armazenamento de 60 dias. Quanto ao comportamento da variável teor de água, podemos observar que a quantidade de água diminui na medida em que a concentração de inulina diminui na formulação. Esse fato ocorreu devido à fibra solúvel apresentar característica higroscópica, aumentando a absorção de água. Na Tabela 5, é possível verificar que todas as formulações estão de acordo com a Resolução CNNPA de 12 de setembro de 1978, que estabelece o máximo de 38% de umidade em geleias de frutas.

Tabela 8. Comportamento da variável teor de água durante 60 dias de armazenamento.

Tempo	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0 dias	33.9366 aA	33.2287 aA	30.7463 aB	28.0990 aC	28.2423 aC
30 dias	32.9510 aA	31.6030 bB	28.7337 bC	27.8090 aC	27.7093 abC
60 dias	31.9123 bA	31.2860 bA	29.7223 bB	28.1043 aC	26.9957 bC

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1, F2, F3, F4 e F5 formulações. Fonte: Autores.

Outro ponto a ser observado é a diminuição do teor de água com o passar do tempo nas amostras, com exceção da F3 e da F4, formulações com menor concentração de inulina.

Na Tabela 9 será apresentado o comportamento dos sólidos solúveis. Segundo a ANVISA (Brasil, 1978) o teor mínimo de sólidos solúveis em geleias deve ser 62% p/p. Na Tabela 6, é possível observar que os valores se encontram na faixa do recomendado, tendo a F5, o maior teor de sólidos solúveis (75%) dentre as formulações. O teor médio entre os tratamentos foi de 67,76°Brix valor próximo ao de Melo Neto *et al.*, (2013) avaliando geleias mistas de açaí com mel de cacau encontraram teor de sólidos solúveis 67,2 °Brix.

Tabela 9. Comportamento da variável sólidos solúveis durante 60 dias de armazenamento.

Tempo	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0 dias	66.0000 aB	66.0000 aB	65.0000 aC	66.0000 bB	73.8333 bA
30 dias	66.0000 aC	66.0000 aC	65.0000 aD	68.0000 aB	75.0000 aA
60 dias	66.0000 aC	66.0000 aC	65.0000 aD	68.0000 aB	74.6667 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1, F2, F3, F4 e F5 formulações. Fonte: Autores.

Os resultados médios das análises microbiológicas para as formulações com diferentes variações de adição de farinha da casca de maracujá e inulina podem ser visualizados na Tabela 10. Todos os resultados apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela RDC n° 12, da ANVISA (Brasil, 2001), que estipula, para as geleias de frutas, obediência aos seguintes padrões: máximo de 10^4 UFC g⁻¹ para bolores e leveduras e máximo de 10^2 NMP g⁻¹ para coliformes a 45°C.

Tabela 10. Resultados médios das análises microbiológicas das geleias durante um período de 60 dias.

Formulações	Coliformes a 35°C (NMPg ⁻¹)			Coliformes a 45°C (NMPg ⁻¹)			Bolors e Leveduras (UFCg ⁻¹)		
	0	30	60	0	30	60	0	30	60
1	95	96	98	<3	<3	<3	<10 ²	<10 ³	<10 ⁴
2	90	94	96	<3	<3	<3	<10 ²	<10 ⁴	<10 ⁴
3	90	91	93	<3	<3	<3	<10 ²	<10 ³	<10 ⁴
4	37	38	38	<3	<3	<3	<10 ²	<10 ²	<10 ³
5	29	30	32	<3	<3	<3	<10 ²	<10 ³	<10 ³

Fonte: Autores.

Os resultados sugerem que houve bons procedimentos no processamento das geleias, como sanitização adequada das frutas e dos equipamentos utilizados, além da efetividade dos métodos de conservação empregados.

4 Conclusão

A partir dos resultados desse estudo, fica evidente que a farinha do resíduo do maracujá e a inulina exercem influência direta nas propriedades físicas e físico-químicas das geleias agregando de forma positiva em sua composição. Com exceção do pH, que apresentou valores pouco maiores que o máximo exigido, as demais análises físicas, físico-químicas e microbiológicas das geleias, encontraram-se dentro do exigido pela legislação.

Com o intuito de evitar o crescimento de bactérias patogênicas, foi realizado o estudo da atividade de água, verificamos que, após a análise, os valores encontrados para todas as formulações foram considerados satisfatórios.

Na formulação F4, constituída de 1% de farinha da casca de maracujá e 4% de inulina, obteve-se a geleia que apresentou os melhores resultados quando comparada às outras formulações. Sendo assim, entende-se que a formulação ideal é a que contém menor conteúdo de farinha da casca de maracujá e maior de inulina, tornando-se uma excelente forma de conservar a fruta, aproveitar o resíduo agroindustrial e obter uma geleia de qualidade com viabilidade para produção em nível industrial.

Em decorrência do valor agregado da inulina na geleia produzida, em virtude das análises realizadas e em sua conservação durante a vida de prateleira, posteriormente, pode-se realizar um novo estudo no qual a concentração de inulina venha a ser um diferencial na conservação de produtos agroindustriais.

Referências

- Batista, R. V., Rosário, F. M., Passos, C. T., Tormen, L., & Bertan, L. C. (2016). Caracterização físico-química de geleia de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (vell) Berg) com adição de chia e biomassa de banana verde. In: *XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Gramado, FAURGS.
- Boscher, D., Vanloo, J., & Frank, A. (2006). Inulin and oligofrutose as functional ingredients to improve bone mineralization. *International Dairy Journal*, Oxford, 16(2), 1092-1097.
- Brasil. (1978). *Resolução de Diretoria Colegiada nº 12*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília.
- Brasil. (1986). *Portaria nº 76*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília.
- Brasil. (2001). *Resolução RDC nº 12*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília.
- Brasil. (2005). *Resolução RDC nº 272*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília.
- Canteri, M. H. G., Scheer, A. P., Wosiacki, G., Ginies, C., Reich, M., & Renard, C. M. C. G. (2010). A comparative study of pectin extracted from passion fruit rind flours. *Journal of Polymers and the Environment*, 8(4), 593-599.

- Fellows, P. J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática*. Artmed.
- Fernandes, L. G. V., Braga, C. M. P., Kajishima, S., Spoto, M. H. F., Borges, M. T. M. R., & Verruma-Bernardi, M. R. (2013). Caracterização físico-química e sensorial de geleias de goiaba preparadas com açúcar mascavo. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15 (2), 167-172.
- Garrido, J. I., Lozano, J. E., & Genovese, D. B. (2015). Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. *Food Science and Technology*, 62(1), 325-332.
- Gava, A. J. (1984). *Princípios de tecnologia de alimentos*. (7a ed.) Nobel.
- Giuntini, E. B., Lajolo, F. M., & Menezes, E. W. (2003). Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(1), 1-7.
- Instituto Adolf Lutz. (1985). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. (3ª ed.) IAL.
- Instituto Adolf Lutz. (2008). *Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. (4ª ed.) IAL.
- Melo Neto, B. A., Carvalho, E. A., Pontes, K. V., Barretto, W. de S., & Sacramento, C. K do. (2013). Chemical, physico-chemical and sensory characterization of mixed açai (euterpe oleracea) and cocoa's honey (theobroma cacao) jellies. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(2), 587-593.
- Oliveira, N. F., Nascimento, M. R. F., Borges, S. V., Ribeiro, P. C. N., & Ruback V. R. (2002). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22(3), 259-262.
- Oliveira, M. M. T., Braga, T. R., Pinheiro, G. K., Silva, L. R., Vieira, C. B., & Torres, L. B. V. (2016). Parâmetros físico-químicos, avaliação microbiológica e sensorial de geleias de laranja orgânica com adição de hortelã. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115(1), 29-34.
- Passos, L. M. L., & Park, Y. K. (2003). Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*, 33(2), 385-390.
- Pimentel, C. R. M., Filgueiras, H. A. C., & Alves, R. E. (2002). Mercado: situação atual e perspectivas. Caju: pós-colheita. *Brasília: Embrapa Informação Tecnológica*, 9-13.
- Ricardino, I. E. F., Souza, M. N. C., & Silva Neto, I. F. (2020). Vantagens e Possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 1(8), 55-79.
- Rekhy, R., & Mcconchie, R. (2014). Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. *Have campaigns delivered on the goals? Appetite*, 79-113.
- Santos, E. A., Ribeiro, A. E. C., Barcellos, T. T., Monteiro, M. L. G., Mársico, E. T., Caliar, M., & Júnior, M. S. S. (2021). Exploitation of byproducts from the passion fruit juice and tilapia filleting industries to obtain a functional meat product. *Food Bioscience*, 101084.
- Sarantópoulos. C. I. G. L., Oliveira, L. M., & Canavesi, E. (2001). *Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis*. CETEA/ITAL.
- Silva, E. B., et al. (2015). Aproveitamento integral de alimentos: avaliação físico química e sensorial de doce de cascas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). *Revista Augustus*, 19(38), 44-60.
- Silva, N., Cantúcio Neto, R., Junqueira, V. C. A., & Silveira, N. F. A. (2000). *Manual de métodos de análise microbiológica da água*. ITAL.
- Silva, N., Junqueira, V. C. A., & Silveira, N. F. A. (2001). *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos*. (2ª ed.) Varela.
- Silva, P. A., Pinheiro, L. S., Silva, R. C., Neto, J. P. S., & Carvalho, F. I. M. (2021). Hysicochemical Characterization of Jelly and Candy Elaborate with Passion Fruit Pulp Flavored with Chamomile Flower (*Matricaria Chamomilla*). *Rev. Virtual Quim.*, 13(1), 294-307.
- Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *American Society for Nutrition. Advances in Nutrition*, 3, 506.
- Souza, H. P. F. de. (2015). *Elaboração de farinha da casca de maracujá amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.) em forno de microondas*. Monografia (Curso de Licenciatura em Química). UFCG.
- Souza, F. G., Barbosa, F. F., & Rodrigues, F. M. (2016). Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3(2), 78-88.
- Strachorski, D., & Raupp, D. S. (2019). Elaboração de geleia light e funcional de mix pêssego e maracujá com prebióticos. *Revista Nutrir*, 11, 230-270.
- Zanatta, C. L., Schlabit, C., & Ethur, E. M. (2011). Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Alimentos e Nutrição*, 21(3), 459-469.