



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO – CAMPUS SALGUEIRO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CURSO TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

BRUNO CECILIO DE LIRA

**OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PECTINA EM PÓ DO RESÍDUO DE
MARACUJÁ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (*FOAM-MAT*) E
APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO**

SALGUEIRO

2023

BRUNO CECILIO DE LIRA

**OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PECTINA EM PÓ DO RESÍDUO DE
MARACUJÁ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (*FOAM-MAT*) E
APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador (a): Dra. Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes

Supervisor (a): Maria da Conceição Ribeiro Martins

SALGUEIRO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L768 Lira, Bruno Cecilio de.

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PECTINA EM PÓ DO RESÍDUO DE MARACUJÁ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT) E APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO / Bruno Cecilio de Lira. - Salgueiro, 2024.
43 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2024.
Orientação: Profª. Drª. Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes.

1. Processamento de produtos. 2. aproveitamento. 3. cinética. 4. pectina. I. Título.

CDD 637

BRUNO CECILIO DE LIRA

**OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PECTINA EM PÓ DO RESÍDUO DE
MARACUJÁ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT) E
APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO**

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao curso superior de Tecnologia em Alimentos do IF Sertão PE – Campus Salgueiro, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em: ___/___/_____.

NOTA: _____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Janaine Juliana Vieira de Almeida

Mendes (Orientadora)

IF Sertão PE – Campus Salgueiro

Profa. Luciana Façanha Marques

IF Sertão PE – Campus Salgueiro

(Examinadora interna)

Profa. Maria da Conceição Ribeiro Martins

IF Sertão PE – Campus Salgueiro

(Examinadora interna)

SALGUEIRO

2023

Dedicatória.

A minha mãe Francisca e ao meu irmão Breno, que em todos os momentos estiveram me dando apoio durante esse processo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, é importante expressar minha gratidão a Deus e, a todos os seres de luz por toda a energia que me concederam nos momentos em que me sentia desorientado. Elevaram meu espírito, fazendo-me acreditar que poderia de fato concluir essa graduação, que está sendo conquistada através de grande esforço e confiança.

Gostaria de expressar minha gratidão à minha mãe, Francisca, por me criar em um ambiente de humildade, respeito, princípios morais e honestidade. Ela é um exemplo de ser humano perseverante e cheio de fé. Tenha certeza de que essa etapa que se encerra não seria possível sem a sua participação.

Expresso minha gratidão à minha orientadora prof^a Janaine Juliana pela parceria, confiança, atenção e pela sua paciência comigo durante todo esse período de orientação. Sou extremamente grato por todo o conhecimento transmitido e, por sempre estar disponível para me ajudar durante minha jornada acadêmica. Levarei essa experiência para toda a minha vida.

Aos meus amigos e colegas que fiz no campus Alexandra, Aline, Aparecida, Beatriz, Clarisse, Edjane, Eliza, Espedita, Géssica, Iara, Kayane, Larissa, Maciele, Mikael, Majivânio, Maria Emanuely, Maria de Fátima, Maria Tatianne, Maria Vanessa, Merilane, Monicio, Monique, Robson, Tamires, Wanderson e Werverton que estiveram ao meu lado nesse tempo de graduação, a companhia de vocês fizeram esse período ser menos árduo, e tenham a certeza que fui muito feliz em compartilhar momentos com vocês.

Ao meu irmão Breno, que me apoiou em diversos momentos para que eu alcançasse esta etapa final, demonstrando ser uma pessoa cheia de luz e extremamente especial para mim, sou enormemente grato pela dedicação e afeto que me foi demonstrado.

Durante boa parte dessa jornada, meus amigos Janicleide, Monique e Werverton estiveram ao meu lado, fornecendo suporte e demonstrando ser alguém em quem eu sempre poderia confiar. Eles são amigos abençoados por Deus que tive o privilégio de encontrar e ter em minha vida.

Aos amigos que estiveram junto comigo durante toda semana no trajeto para o IFSertãoPE Andresa, Estefani, Guilherme, Hiêgo, Iara, Miqueias, Monique, Sara, Thalisson, Thayna, Thaynara e Vinicius. Agradeço por todos os momentos de

brincadeiras que fizeram os dias cansativos ficarem mais leves, por cada gesto de carinho e gentileza que demonstraram. Suas ações fazem o mundo ao meu redor mais especial.

Gostaria de expressar minha gratidão aos professores que fizeram parte da minha caminhada aqui, pelos ensinamentos e pelas histórias compartilhadas. Devo também agradecer à técnica de laboratório Maria da Conceição, que tive a oportunidade de conhecer durante o meu estágio no laboratório do campus e que prontamente se ofereceu para me ajudar, caso necessário.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para a conclusão desta graduação.

“Se você não gosta do seu destino, não o aceite. Em vez disso, tenha a coragem para transformá-lo naquilo que você quer que ele seja.”

Naruto, Masashi Kishimoto.

RESUMO

Os resíduos provenientes da agroindústria têm um grande potencial ainda pouco explorado. Um exemplo disso é a casca do maracujá, que possui uma alta quantidade de fibras solúveis e insolúveis, contendo cerca de 10 a 20% de pectina. Essa casca é composta por 76 a 78% de ácido galacturônico, 9% de metoxila, um pouco de galactose e arabinose. Devido às suas propriedades, a casca do maracujá tem características geleificantes e pode ser comparada à pectina encontrada em frutas cítricas. A extração e secagem da pectina proveniente da casca do maracujá surgem como uma alternativa viável para tornar o produto similar à pectina comercial e melhorar sua conservação. O método foam-mat se destaca por apresentar um baixo custo operacional e exigir menos tempo de secagem, devido à grande área de exposição ao ar aquecido, facilitando também a remoção da umidade. Portanto, o objetivo desta pesquisa é a produção de pectina a partir dos resíduos do maracujá com técnica de secagem em camada de espuma (*foam-mat*), a extração da pectina das cascas de maracujá ocorreu através de cocção. Em seguida, realizaram-se testes preliminares para determinar a quantidade ideal de emulsificante a ser utilizada, sendo testadas concentrações de 1%, 2% e 3%. Todas as amostras de pectina atenderam aos padrões regulamentados em relação ao teor de água, mostraram-se propensas à acidificação do meio, o que pode favorecer a prolongação da vida útil dos produtos. Os resultados relativos à vitamina C foram significativos. Quanto à cinética, observou-se variação nas curvas, influenciadas pelas mudanças de temperatura e espessura. No modelo matemático de Page, o tratamento com 1 se destacou. A pectina extraída da casca do maracujá apresenta potencial para valorizar o resíduo gerado no processamento da fruta, podendo aprimorar as propriedades nutricionais dos produtos em que venha a ser incorporada.

Palavras-chave: Aproveitamento; Cinética; Pectina.

ABSTRACT

Waste from agroindustry has great potential that is still largely unexplored. An example of this is passion fruit peel, which has a high amount of soluble and insoluble fiber, containing around 10 to 20% pectin. This shell is composed of 76 to 78% galacturonic acid, 9% methoxyl, a little galactose and arabinose. Due to its properties, passion fruit peel has gelling characteristics and can be compared to the pectin found in citrus fruits. The extraction and drying of pectin from passion fruit peel appears as a viable alternative to make the product similar to commercial pectin and improve its conservation. The foam-mat method stands out for having a low operating cost and requiring less drying time, due to the large area exposed to heated air, also facilitating the removal of moisture. Therefore, the objective of this research is the production of pectin from passion fruit residues using a foam-mat drying technique. The extraction of pectin from passion fruit peels occurred through cooking. Next, preliminary tests were carried out to determine the ideal amount of emulsifier to be used, with concentrations of 1%, 2% and 3% being tested. All pectin samples met regulated standards in relation to water content and were prone to acidification of the medium, which may favor the extension of the shelf life of the products. The results regarding vitamin C were significant. Regarding kinetics, variation was observed in the curves, influenced by changes in temperature and thickness. In Page's mathematical model, treatment with 1 stood out. Pectin extracted from passion fruit peel has the potential to add value to the waste generated in the processing of the fruit, and can improve the nutritional properties of the products in which it is incorporated.

Keywords: Utilization; Kinetics; Pectin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sanitização das cascas em solução clorada.....	21
Figura 2 – Cocção das cascas de maracujá para extração da pectina.....	21
Figura 3 – Retirada da parte interna após a cocção.....	22
Figura 4 – Processo de trituração para a obtenção da pectina de casca de maracujá.....	22
Figura 5 – Preparação do material para a secagem.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cinética de secagem dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9.....	33
Gráfico 2 – Resultados preditos e reais da secagem no modelo matemático de Page.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos matemáticos para cinética de secagem.....	20
Tabela 2 – Descrição dos testes iniciais para definição da melhor consistência da emulsão.....	23
Tabela 3 – Descrição do planejamento experimental 2^3 , totalizando 9 tratamentos, para o processo de secagem.....	24
Tabela 4 – Média e desvio padrão de A_w , umidade e cinzas da pectina extraída da casca de maracujá em pó.....	28
Tabela 5 – Média e desvio padrão de açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores da pectina em pó.....	29
Tabela 6 – Média e desvio padrão de acidez e pH da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método <i>foam-mat</i>	30
Tabela 7 – Média e desvio padrão de vitamina C da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método <i>foam-mat</i>	31
Tabela 8 – Média e desvio padrão do teor de proteína e lipídios da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método <i>foam-mat</i>	32
Tabela 9 – Dados obtidos para a aplicação dos dados aos ajustes matemáticos.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PUCR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
SIBI	Sistema Integrado de Bibliotecas
trad.	Tradutor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3. METODOLOGIA	21
3.1 Aquisição das matérias-primas	21
3.2 Extração da pectina	21
3.3 Preparo do material para secagem.....	22
3.4 Obtenção da pectina em pó pelo método de secagem em camada de espuma.....	24
3.5 Cinética de secagem	24
3.6 Aplicação de modelo matemático de Page	25
3.7 Caracterização físico-química.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Caracterização físico-química.....	27
4.2 Cinética de secagem	33
4.3 Modelagem matemática	34
5. CONCLUSÃO.....	40
6. REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A secagem é uma das técnicas mais amplamente adotadas pelo ser humano para preservar alimentos, e que tem sido continuamente aprimorada. Esse processo visa remover determinada quantidade de água presente nos alimentos, por meio da transferência de calor e massa, com o intuito de diminuir a atividade de água (A_w) que tem impacto no desenvolvimento de microrganismos, nas reações físicas ou químicas e nas reações enzimáticas (Gava; Silva e Frias, 2008).

As novas tecnologias que possibilitam o processamento de frutas em pó estão sendo utilizadas, proporcionando assim o consumo dessas frutas durante todo o ano. Entre esses métodos, há um que merece destaque: o processo de secagem em camadas de espuma (*foam-mat*). Esse processo possui um custo operacional reduzido e requer menos tempo de secagem devido à grande área de exposição ao ar aquecido, o que também facilita a remoção da umidade (Dieb *et al*, 2015).

Pesquisas mostram que quando se trata de perdas nas propriedades rurais e no escoamento da produção, o Brasil combina esses aspectos com hábitos de países prósperos marcados pelo desperdício abundante de alimentos (EMBRAPA, 2017). É muito comum que cascas de frutas, folhas e talos de hortaliças sejam jogadas no lixo, mesmo que esses alimentos possam conter nutrientes em quantidades superiores à da polpa, que poderiam ser aproveitados para melhorar a qualidade nutricional e reduzindo desperdícios (Lima *et al.*, 2017).

Os resíduos agroindustriais têm um potencial ainda pouco explorado, destaca-se a casca do maracujá, com uma grande quantidade de fibras solúveis e insolúveis (Dias, 2016). Boa parte desses resíduos é produzida pelas indústrias que extraem sucos, as quais, ao processarem as frutas, descartam cascas, albedos, sementes, aparas e vesículas. No entanto, é importante ressaltar que esse material possui potencial tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional, já que é, em sua maioria, uma rica fonte de fibras alimentares (Nascimento *et al*, 2013).

Presente principalmente nas cascas, que geralmente são descartadas como resíduos, a pectina tem grande importância comercial, por atribuir características de consistência, e geleificante a alguns alimentos processados industrialmente (Lima; Azevedo e Torres, 2019). A pectina pertence ao mesmo gênero de oligossacarídeos e polissacarídeos, tendo propriedades comuns, sendo extremamente diverso em sua estrutura (Canteri *et al*, 2012).

Podendo também ser amplamente utilizada na indústria com outras finalidades, como emulsionante, espessante e estabilizante, a pectina tem uma importante relevância para indústria alimentícia. Industrialmente, a pectina é extraída das frutas cítricas através de prensas hidráulicas (Lima; Azevedo e Torres, 2019). No caso da casca de maracujá, o processo de extração pode ocorrer por cocção para a retirada da parte interior, após isso, ser triturado.

Devido à alta concentração de água contida em sua composição, resultante do processo de cozimento da casca, surge a dificuldade de armazená-lo devido ao seu grande volume e facilidade em multiplicação microbiológica, além de reações químicas, físicas e enzimáticas. Para tanto, a utilização do método de secagem em camadas de espuma reduz tal volume, diminui a atividade de água, assim tornando a conservação mais prática.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- aproveitamento de resíduos

O principal propósito da indústria alimentícia é a produção de alimentos que serão destinados para exportação ou consumo nacional, sendo obtido através do processamento da matéria-prima. No entanto, além disso, também são gerados outros materiais, conhecidos como resíduos. Esses resíduos englobam todos os restos da matéria-prima ou do produto, desde a colheita até o final do processamento (Souza et al, 2021).

Para Evangelista (2008), resíduo é o sobranço da matéria-prima não aproveitada para elaboração do produto alimentício e como subproduto, esse mesmo sobranço pode ser transformado. O mesmo autor, em seu livro, mostra exemplos de subprodutos de resíduos de alimentos que podem ser aplicados em diferentes campos, citando a farinha e a pectina.

- casca do maracujá

A casca do maracujá representa 52% da composição maciça da fruta, sendo rica em fibras, carboidratos e pectina, pode ser utilizada para enriquecimento de outros alimentos, tendo um melhor desempenho funcional no nosso organismo. A utilização da casca do maracujá vem sendo estudada por vários pesquisadores nos últimos anos devido a toda funcionalidades que pode promover (Ishimoto et al, 2007).

A casca do maracujá possui propriedades funcionais, principalmente relacionadas ao teor e ao tipo de fibras, que fazem com que ela não seja mais considerada um resíduo industrial. Pelo contrário, essa casca pode ser aproveitada para criar novos produtos na forma de farinha (Macêdo; Landim e Bezerra, 2019). O albedo pode ser utilizado na composição de farinhas enriquecidas, as quais podem ser aplicadas em diversos produtos de panificação, tais como pães, biscoitos e massas alimentícias (Bublitz, 2013).

- pectina

A pectina é um polissacarídeo responsável pela adesão entre as células e pela força da parede celular. A combinação de pectina, celulose e hemicelulose

resulta em protopectina nos tecidos das plantas. A protopectina, que é insolúvel, se decompõe facilmente em pectina por meio de aquecimento em ambiente ácido (Munhoz; Argandoña e Júnior, 2008). Os compostos pécticos são essencialmente constituídos quimicamente por polissacarídeos ramificados contendo de algumas centenas a mil blocos por molécula. Esses polissacarídeos formam uma cadeia composta por resíduos de ácido galacturônico metilesterificado, os quais são unidos por ligações (Sousa et al, 2017).

Devido às suas propriedades de formação de gel, a pectina é amplamente utilizada na indústria alimentícia para conferir textura a geleias, especialmente na indústria de laticínios, bebidas e alimentos finos. Além disso, é empregada na fabricação de remédios e produtos de beleza, graças ao seu poder espessante, que atribui viscosidade, e também devido aos seus efeitos benéficos para o organismo, como antidiarreico e não irritante para a pele, sendo assim, utilizada em óleos, cremes, shampoos, loções e outros produtos (Ferreira; Pereira e Torres, 2022).

- secagem

Sabe-se que a quantidade de água é um fator que limita o processo de conservação de alimentos, já que essa característica está relacionada à água que está disponível para reações físicas e químicas nos alimentos, bem como para a sobrevivência e multiplicação de microorganismos, conhecida como água livre. O conteúdo de umidade mede a porcentagem de água livre e ligada ao alimento (BRASEQ, 2011) e, assim como a A_w , a quantidade de umidade está relacionada à estabilidade do produto durante o armazenamento.

O procedimento de desidratação é caracterizado por três fases. Inicialmente, a quantidade de vapor de água na superfície do material é baixa, assim como as taxas de transferência de calor e massa. À medida que o produto atinge temperaturas mais altas, essas taxas aumentam. Esse período é conhecido como período de indução e estabilização. Em seguida, ocorre a fase de taxa constante, na qual a taxa de migração da água do interior do produto para sua superfície equivale à taxa de evaporação da superfície para o ambiente, isso ocorre até que um teor de umidade crítico seja alcançado. A partir desse ponto, à medida que o teor de umidade diminui, também ocorre uma redução gradual da taxa de desidratação (Araújo et al, 2020).

No método de secagem em camada de espuma, o material líquido ou pastoso é transformado em uma espuma estável, que é então seca com quente até reduzir a atividade de água, impedindo o crescimento de microrganismos, reações químicas e enzimáticas (Vasconcelos, 2017). O produto resultante do método de *foam-mat* possui uma qualidade semelhante aos obtido através da secagem a vácuo ou liofilização. Além disso, este processo pode ser realizado utilizando diferentes equipamentos, sejam eles simples, contínuos ou descontínuos, e ainda permite a utilização de gás inerte quando necessário. A escolha da temperatura e do tempo de desidratação depende do tipo de produto a ser desidratado (Dantas, 2010).

- cinética e modelos matemáticos

O processo de secagem fornece informações sobre como os materiais sólidos se comportam durante esse processo, através do estudo da cinética de secagem, sendo representado por curvas e taxas de secagem. A cinética de secagem pode ser descrita por modelos matemáticos empíricos ou semiempíricos. Os modelos empíricos estabelecem uma relação entre a umidade média e o tempo de secagem, considerando a difusão de acordo com a Segunda Lei de Fick. Enquanto isso, os modelos semiempíricos utilizam uma analogia com a Lei de Newton para o resfriamento, aplicada à transferência de massa (Menezes et al, 2013).

Tabela 1 – Modelos matemáticos para cinética de secagem

Modelo	Equação	Referencia
Henderson e Pabis	$RX = a \exp(-Kt)$	Henderson e Pabis (1961)
Lewis	$RX = \exp(-kt)$	Lewis (1921)
Page	$RX = \exp(-kt^n)$	Page (1949)
Cavalcante Mata	$RX = a_1 \exp(-bt^{a^2}) + a_3 \exp(-bt^{a^4}) + a_3$	Carvalho (2007)
Exponencial dois termos	$RX = a \exp(-k_0 t) + b \exp(-k_1 t)$	Henderson (1974)
Midilli et al.	$RX = a \exp(-kt^n) + b t$	Midilli et al. (2002)
Logaritmo	$RX = B \exp(-kt) + c$	Yaldiz et al. (2001)
Wang e Singh	$RX = 1 + Et + Ft^2$	Wang e Singh (1978)

METODOLOGIA

2.1 Aquisição das matérias-primas

Os maracujás foram obtidos dos resíduos gerados na preparação de suco de maracujá da merenda do Programa de Nutrição e Alimentação na Escola (PNAE), ofertada para os alunos dos cursos de nível médio do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), e o emulsificante Emulsão® foram adquiridos do comércio local.

3.2 Extração da pectina

Inicialmente, foi realizada a higienização das cascas de maracujá em água corrente potável, a fim de eliminar sujeiras superficiais; posteriormente, foi feita a sanitização imergindo-se as cascas de maracujá em recipiente contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 50 ppm, durante 15 minutos (Figura 1); logo após foram enxaguados em água corrente, para retirada do excesso de cloro.

As cascas de maracujá foram colocadas em imersão (Figura 2) e submetidas ao processo de cocção, até que a parte branca da casca apresentasse cor transparente.

Figura 1 – Sanitização das cascas em solução clorada



Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Cocção das cascas de maracujá para extração da pectina



Fonte: autoria própria.

Após o processo de cocção, foi retirada a parte interior das cascas de maracujá (Figura 3) e trituradas (Figura 4), para a obtenção de uma massa homogênea.

Figura 3 – Retirada da parte interna após a cocção



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 – Processo de trituração para a obtenção da pectina de casca de maracujá



Fonte: Autoria própria.

3.3 Preparo do material para secagem

Inicialmente, foram realizados testes preliminares, para a escolha da porcentagem do emulsificante a ser utilizada, sendo adicionadas as quantidades de 1, 1,5 e 2%.

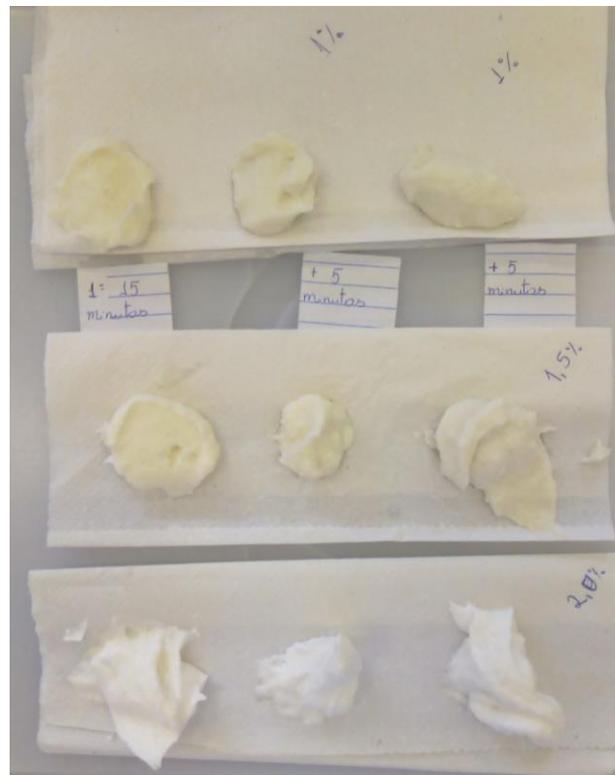
Para o teste de espuma, foi utilizada batedeira planetária, retirando uma amostra em 15, 20 e 25 minutos, como descrita na Tabela 1.

Tabela 2 – Descrição dos testes iniciais para definição da melhor consistência da emulsão

Tratamentos	Variáveis	
	Emulsificante (%)	Tempo (min)
1	1	15
2	1	20
3	1	25
4	2	15
5	2	20
6	2	25
7	3	15
8	3	20
9	3	25

Este teste teve o objetivo de definir a quantidade de aditivo e o tempo na bateadeira, os quais foram determinados a partir da consistência da emulsão (Figura 5), ou seja, a espuma ideal deveria apresentar firmeza e que, quando levantada, não escorresse.

Figura 5 – Preparação do material para a secagem



Fonte: Autoria própria.

A partir das consistências obtidas no teste preliminar, foram escolhidas as condições de 2% de emulsificante e tempo na batedeira de 25 minutos, uma vez que deste modo foi alcançado a consistência desejada (firme e que não escorresse quando levantada). Portanto, foi determinado o tratamento 6, como as condições a serem utilizadas para aplicação no projeto, descartando o teste com a porcentagem de 3% de emulsificante.

3.4 Obtenção da pectina em pó pelo método de secagem em camada de espuma

Após a definição das quantidades do emulsificante e do tempo na batedeira, o projeto foi encaminhado para a etapa 2, referente ao processo de secagem, que foi realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 2, o qual foi Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Tabela 3 – Descrição do planejamento experimental 2^3 , totalizando 9 tratamentos, para o processo de secagem

Tratamentos	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Espessura (cm)
1	-1 (50)	-1 (0,3)
2	+1 (70)	-1 (0,3)
3	0 (60)	-1 (0,3)
4	-1 (50)	0 (0,5)
5	+1 (70)	0 (0,5)
6	0 (60)	0 (0,5)
7	-1 (50)	+1 (0,7)
8	+1 (70)	+1 (0,7)
9	0 (60)	+1 (0,7)

3.5 Cinética de secagem

As razões de água (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesada em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 1 hora, de 20 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora sendo o processo interrompido

quando atingiu o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas.

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a expressão (Brooker *et al.*, 1992):

$$X_{bs} = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Eq. (1)}$$

em que:

X_{bs} – é o teor de água (bs);

$m(t)$ – é a massa da amostra de semente de pimentão no tempo t ;

$m(t) - m_s$ – é a massa de água no produto no tempo t , e

m_s – é a massa seca.

Em seguida calculou-se a razão de umidade utilizando a Eq.2 e os valores do teor de água médio em cada tempo, o teor de água inicial e teor de água de equilíbrio.

No cálculo da razão de água foi utilizada a equação abaixo:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que,

RX : razão de água do produto (adimensional);

X : umidade do produto; (base seca)

X_i : umidade inicial do produto, e; (base seca)

X_e : umidade de equilíbrio do produto (base seca).

3.6 Aplicação de modelo matemático de Page

Foi aplicado o modelo matemático de Page para verificar o ajuste dos dados obtidos do processo de secagem, seguindo a equação 3. Para tanto, foi usado o software STATISTIC 7.0® por meio de análise de regressão não linear, para as amostras secas na estufa pelo método de camada de espuma.

$$RX = \exp(-k \cdot t^n) \quad \text{(Eq. 3)}$$

Onde:

RX: Razão de umidade

k: constante da equação

t: tempo (min.)

n: constante da equação

Fonte: Doymaz (2004); Mohapatra e Rao (2005).

3.7 Caracterização físico-química

A caracterização físico-química da casca de maracujá, foi realizada quanto ao pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de vitamina C, açúcares totais, redutores e não redutores, umidade, atividade de água, cinzas e lipídeos.

O pH foi determinado por meio de um pHmetro digital previamente calibrado, conforme método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para determinar o teor de sólidos solúveis (°Brix) foi utilizado o refratômetro de ABBÉ.

Com relação à acidez titulável (% de ácido cítrico) foi determinado pelo método de titulação com solução de NaOH (0,1M), descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado através da titulação com o indicador 2,6-diclorofenolindofenol, cujos resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por cem gramas da amostra (IAL, 2008).

Os açúcares totais, redutores e não redutores foram determinados pelo método de Fehling, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

A umidade foi determinada por gravimetria, após secagem da amostra em estufa a 105 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL, 2008).

As cinzas foram quantificadas por gravimetria após incineração completa da amostra em mufla a 550 °C (IAL, 2008).

O teor de lipídeos foi determinado em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente (IAL, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização físico-química

Para tanto, foi observado que a pectina de casca de maracujá em pó obtida pelo método de secagem em espuma obteve valores de Atividade de Água (Aw) entre 0,59 a 0,41 (Tabela 3), sendo observado diferença estatística entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade.

Para os valores de umidade (Tabela 3) também foi constatado diferença estatística entre as médias ($p < 0,05$), com variação entre 7,51% a 14,12%. A Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1978) determina o valor máximo de 15% de umidade em farinhas, devido ao fato de valores maiores que o estabelecido poderia afetar o tempo de estocagem destes produtos. Portanto, as pectinas se encontram dentro da legislação quanto ao teor de água em todos os tratamentos.

Correlacionando os dados, foi observado que o tratamento 7, que corresponde a menor temperatura e maior espessura, obteve valores maiores tanto para Aw quanto para umidade. O que pode comprometer a manutenção da qualidade do produto durante o armazenamento, pois mesmo apresentando-se dentro da legislação, durante a estocagem pode ocorrer a absorção de água e o surgimento de reações ou crescimento microbológico indesejáveis.

Com relação ao teor de cinzas, foi verificado diferença estatística ($p < 0,05\%$), sendo o maior valor 5,59% e o menor 4,47, Tratamento T6 e T4, respectivamente. No entanto, a maioria dos tratamentos não diferiram estatisticamente do T6 e T4, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Média de Aw, umidade e cinzas da pectina extraída da casca de maracujá em pó

Tratamento	Atividade de água	Umidade (%)	Cinzas (%)
T1 (50 ° e 0,3 cm)	0,49 ^c	12,94 ^{ab}	5,14 ^{ab}
T2 (70 ° e 0,3 cm)	0,50 ^c	10,39 ^{ab}	5,32 ^{ab}
T3 (60 ° e 0,3 cm)	0,44 ^d	9,81 ^{ab}	5,41 ^{ab}
T4 (50 ° e 0,5 cm)	0,41 ^e	10,84 ^{ab}	4,47 ^b

T5 (70 ° e 0,5 cm)	0,54 ^b	11,96 ^{ab}	5,56 ^a
T6 (60 ° e 0,5 cm)	0,53 ^b	9,04 ^{ab}	5,59 ^a
T7 (50 ° e 0,7 cm)	0,59 ^a	14,12 ^a	4,77 ^{ab}
T8 (60 ° e 0,7 cm)	0,53 ^b	11,93 ^{ab}	4,97 ^{ab}
T9 (70 ° e 0,7 cm)	0,42 ^e	7,51 ^b	5,40 ^{ab}

* As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Os carboidratos correspondem a quantidades bem significativas nos vegetais, sendo divididos em açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR). De acordo com a Tabela 4, foi constatado diferença estatística significativa para AT, AR e ANR. Para AT, o maior valor foi de 22,22 para o T2, bem como 14,94% para T3. No entanto, observa-se a prevalência de ANR na pectina de casca de maracujá em pó, com variação de 21,78 a 14,19%, para os tratamentos T2 e T3, respectivamente, ou seja, a maioria dos carboidratos são considerados complexos, provavelmente pela presença de fibras solúveis e insolúveis. O valor máximo de AR foi de 0,74%, que corresponde a porcentagem de monossacarídeos (glicose e frutose).

Tabela 5 - Média de açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores da pectina em pó

Tratamento	Açúcares totais (%)	Açúcares redutores (%)	Açúcares não redutores (%)
T1 (50 ° e 0,3 cm)	17,25 ^{bc}	0,56 ^{ab}	16,69 ^{bc}
T2 (70 ° e 0,3 cm)	22,22 ^a	0,44 ^b	21,78 ^a
T3 (60 ° e 0,3 cm)	14,94 ^c	0,74 ^a	14,19 ^c

T4 (50 ° e 0,5 cm)	20,02 ^{ab}	0,43 ^b	19,59 ^{ab}
T5 (70 ° e 0,5 cm)	20,27 ^{ab}	0,38 ^b	19,88 ^{ab}
T6 (60 ° e 0,5 cm)	21,33 ^{ab}	0,44 ^b	20,90 ^{ab}
T7 (50 ° e 0,7 cm)	21,47 ^{ab}	0,39 ^b	21,08 ^{ab}
T8 (60 ° e 0,7 cm)	17,97 ^{abc}	0,41 ^b	17,56 ^{abc}
T9 (70 ° e 0,7 cm)	19,28 ^{abc}	0,43 ^b	18,85 ^{abc}

* As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 5 mostra os valores de acidez e pH, sendo observado para acidez variação entre 2,02 a 1,45 % de ácido cítrico, para os tratamentos T8 e T2, respectivamente, e para pH foi constatado resultados entre 4,97 a 4,07, para os tratamentos T9 e T3, respectivamente.

A pectina da casca de maracujá foi produzida no intuito de ser um ingrediente futuro na elaboração de diversos alimentos, como geleias, doces, emulsionados cárneos, massas frescas, biscoitos, produtos achocolatados, dentre outros produtos, com ações principalmente geleificante e estabilizante, bem como ter uma aplicação funcional devido ao seu conteúdo em fibras solúveis e insolúveis. No entanto, pelos valores de acidez e pH encontrados neste trabalho, a pectina ainda apresenta como vantagem a acidificação do meio, e isso pode favorecer o aumento do tempo de conservação dos alimentos sem utilizar acidulantes artificiais, tornando o produto mais saudável do ponto de vista da utilização dos aditivos químicos.

Tabela 6 - Média de acidez e pH da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método *foam-mat*

Tratamento	Acidez (% de ácido cítrico)	pH
T1 (50 ° e 0,3 cm)	1,88 ^b	4,56 ^{bc}
T2 (70 ° e 0,3 cm)	1,45 ^d	4,42 ^{cd}
T3 (60 ° e 0,3 cm)	1,91 ^{ab}	4,07 ^d

T4 (50 ° e 0,5 cm)	1,74 ^c	4,71 ^{abc}
T5 (70 ° e 0,5 cm)	1,50 ^d	4,59 ^{bc}
T6 (60 ° e 0,5 cm)	1,95 ^{ab}	4,79 ^{abc}
T7 (50 ° e 0,7 cm)	1,65 ^c	4,88 ^{ab}
T8 (60 ° e 0,7 cm)	1,75 ^c	4,85 ^{ab}
T9 (70 ° e 0,7 cm)	2,02 ^a	4,97 ^a

* As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

A vitamina C apresenta grande importância para as funções biológicas essenciais, inclusive como cofator para reações enzimáticas. Além disso, possui ação antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana (MEIJA e ALVARADA, 2020). Com relação, aos resultados de vitamina C, pode-se observar na Tabela 6, que a variação foi de 555,52 (T6) e 277,43 (T1), apresentando diferença estatística significativa entre os tratamentos. Estes valores podem ser agregados aos produtos que a pectina da casca de maracujá for utilizada como ingrediente, melhorando as características nutricionais.

Tabela 7 - Média de vitamina C da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método *foam-mat*

Tratamento	Vitamina C (mg de ácido ascórbico)
T1 (50 ° e 0,3 cm)	277,43 ^b
T2 (70 ° e 0,3 cm)	446,94 ^{ab}
T3 (60 ° e 0,3 cm)	328,41 ^b
T4 (50 ° e 0,5 cm)	288,71 ^b

T5 (70 ° e 0,5 cm)	420,08 ^{ab}
T6 (60 ° e 0,5 cm)	555,52 ^a
T7 (50 ° e 0,7 cm)	319,18 ^b
T8 (60 ° e 0,7 cm)	441,64 ^{ab}
T9 (70 ° e 0,7 cm)	420,43 ^{ab}

* As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de proteína variaram entre 5,87 a 4,20%, para os tratamentos T4 e T2, respectivamente. Em pesquisa sobre a composição centesimal da farinha de casca de maracujá, Cazarin et al. (2014) encontraram valores menores aos achados neste trabalho (3,94%) e Souza, Ferreira e Vieira (2008) detectaram valores superiores (12,52%). Sabe-se que pode haver estas variações devido a fatores como manejo de produção, época de colheita, processo de secagem, dentre outros.

Já para os valores de lipídios (Tabela 7), com variação entre 22,11 a 14,39%, não foi observado diferença estatística entre os experimentos. Os resultados foram superiores aos identificados por Cazarin et al. (2014) e Córdova et al. (2005), aos quais foram 0,31% e 0,80% de lipídios, respectivamente. Isso se deve, provavelmente, ao tipo de secagem aplicado, uma vez que o processo *foam-mat* utiliza emulsificante, que é rico em lipídios monoglicéridos e diglicéridos.

Tabela 8 - Média do teor de proteína e lipídios da pectina da casca de maracujá em pó obtida pelo método *foam-mat*

Tratamento	Proteína (%)	Lipídios (%)
T1 (50 ° e 0,3 cm)	4,43 ^c	19,19 ^a
T2 (70 ° e 0,3 cm)	4,20 ^c	14,39 ^a
T3 (60 ° e 0,3 cm)	4,34 ^c	17,03 ^a
T4 (50 ° e 0,5 cm)	5,87 ^a	19,29 ^a

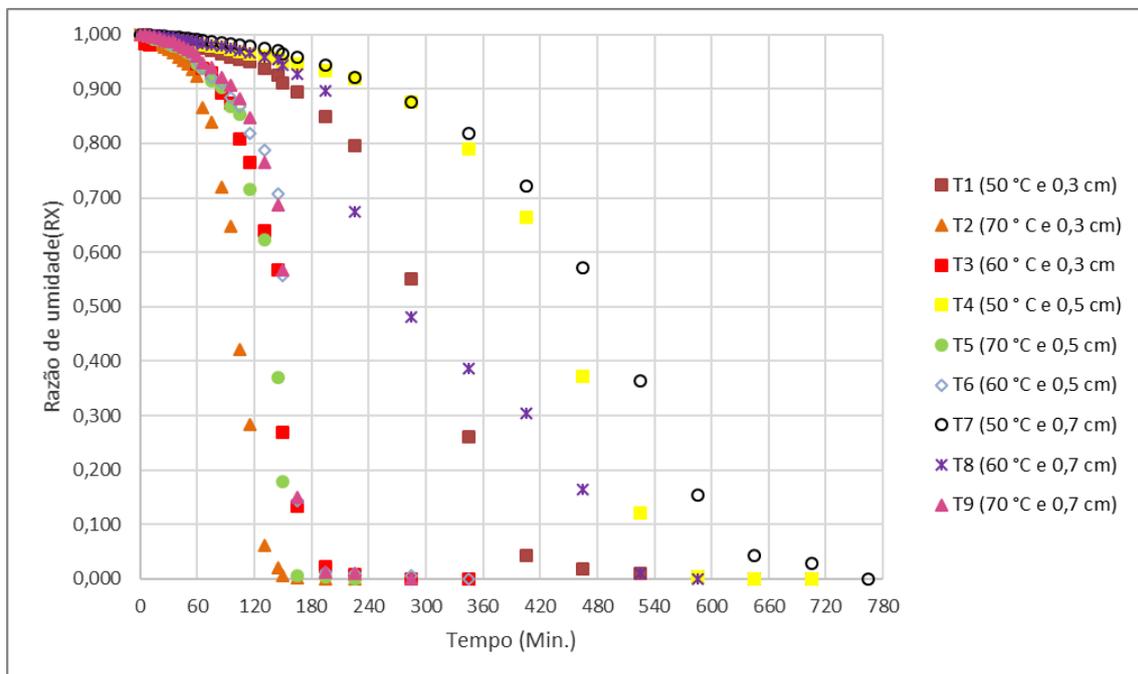
T5 (70 ° e 0,5 cm)	5,45 ^{ab}	15,42 ^a
T6 (60 ° e 0,5 cm)	4,77 ^{bc}	20,73 ^a
T7 (50 ° e 0,7 cm)	4,41 ^c	19,91 ^a
T8 (60 ° e 0,7 cm)	4,61 ^c	18,56 ^a
T9 (70 ° e 0,7 cm)	4,74 ^{bc}	22,11 ^a

* As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade.

4.2 Cinética de secagem

O maior tempo de secagem foi do tratamento 7, levando aproximadamente 13 horas para estabilizar completamente, isso se deve como uma consequência a menor temperatura utilizada (50 °C), juntamente com a maior espessura, que foi de 0,7 cm. Em paralelo ao maior período de secagem, com a maior temperatura e menor espessura (70 °C e 0,3 cm), o tratamento 2 teve o menor tempo para desidratar até a sua estabilização total, levando em torno de 4 horas.

Gráfico 1 – Cinética de secagem dos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9

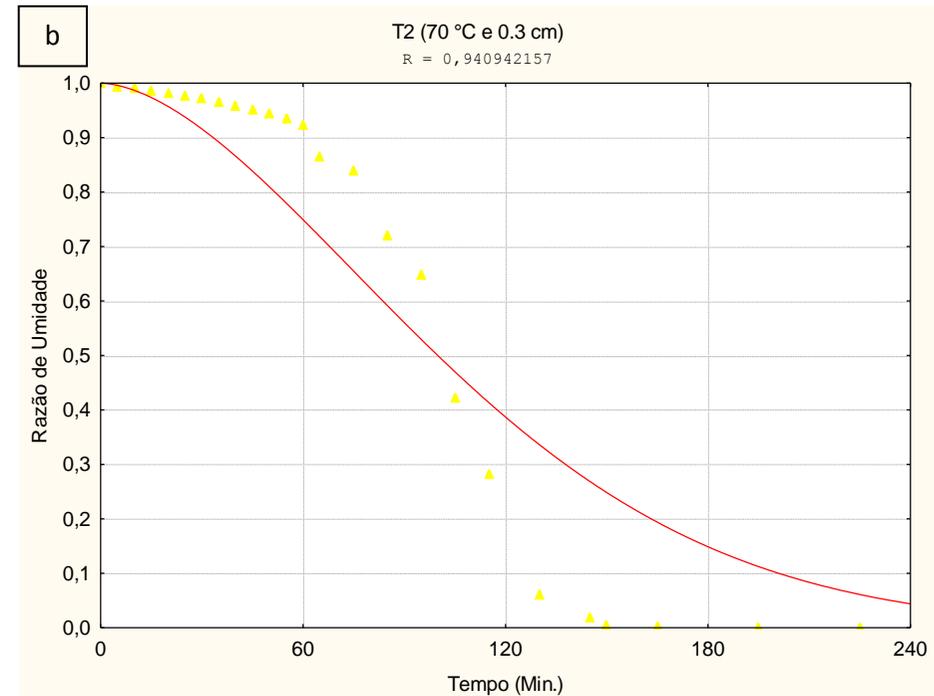
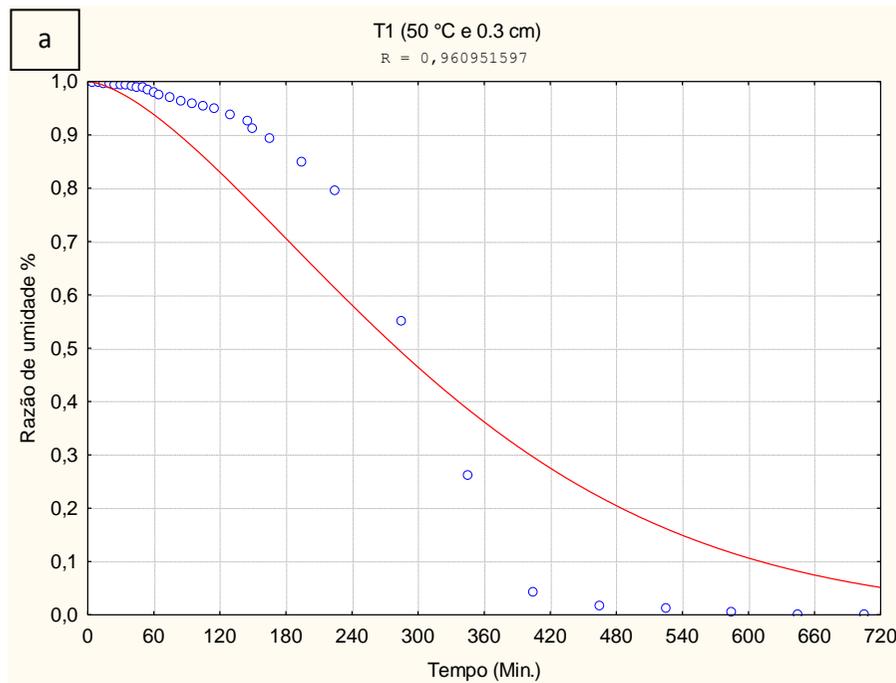


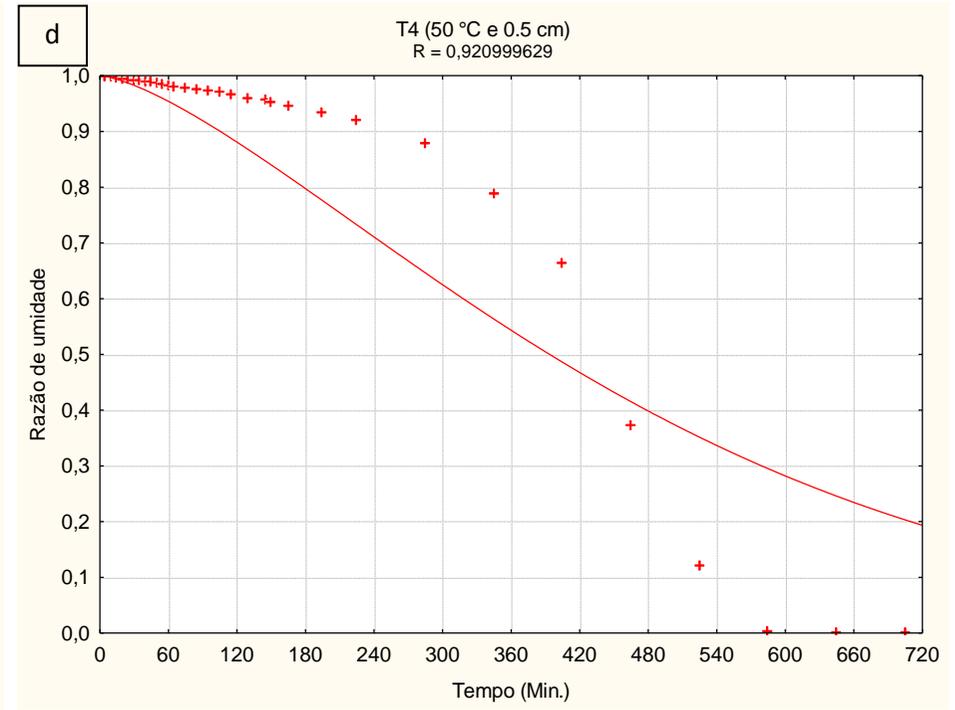
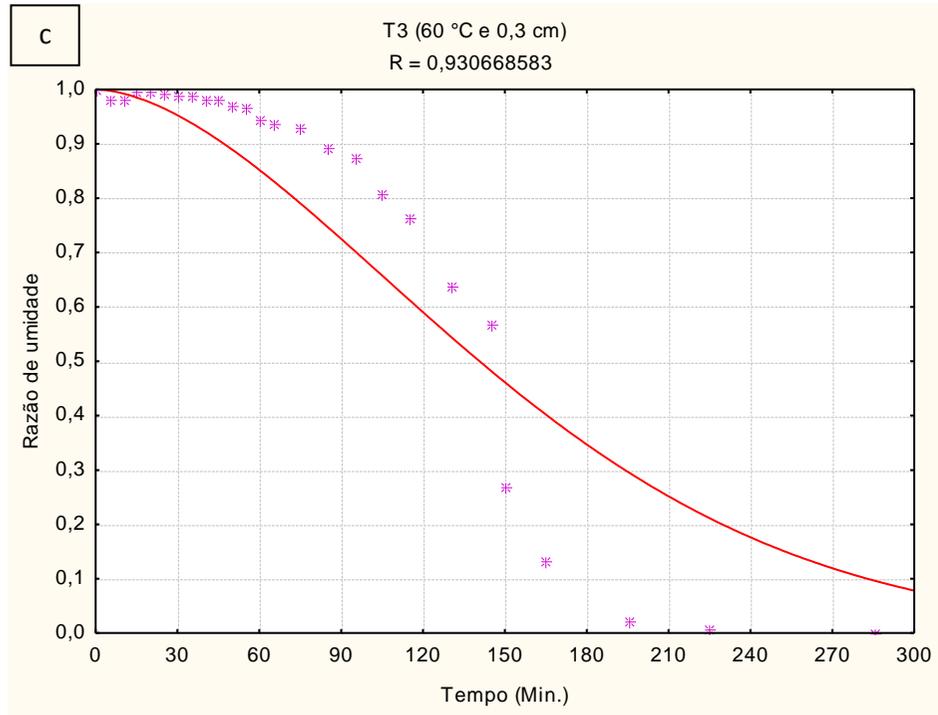
Fonte: Autor.

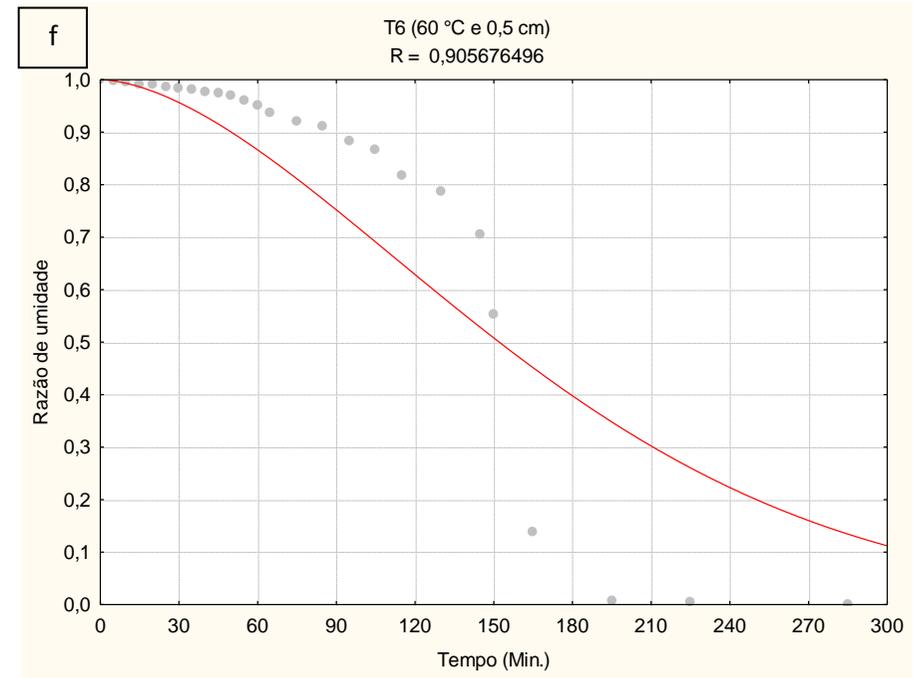
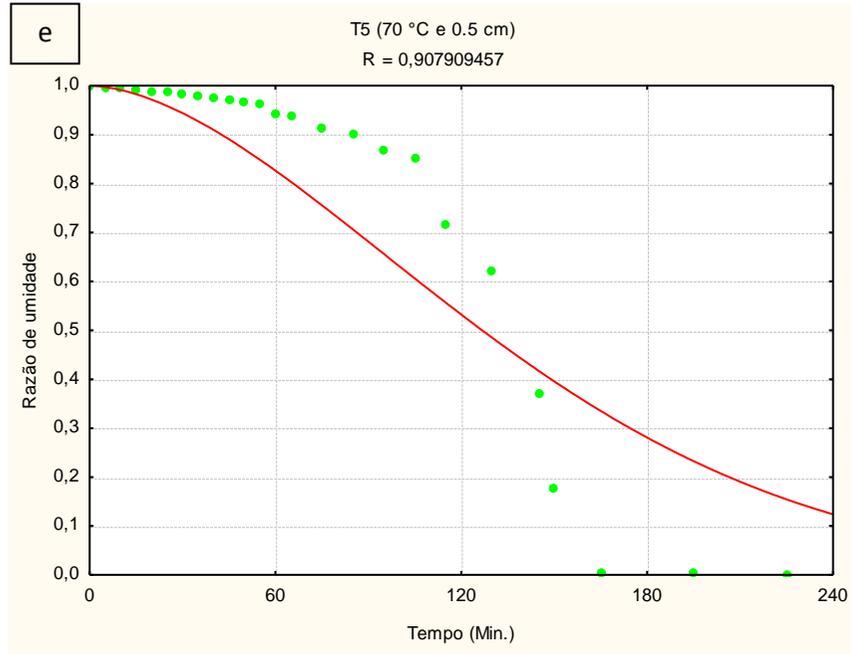
4.3 Modelagem matemática

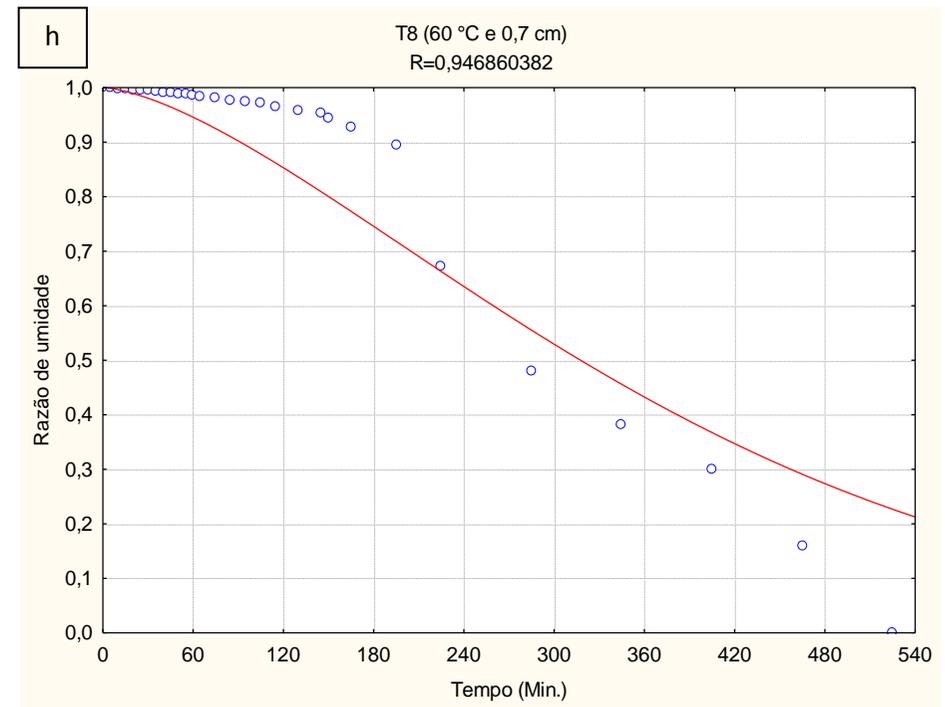
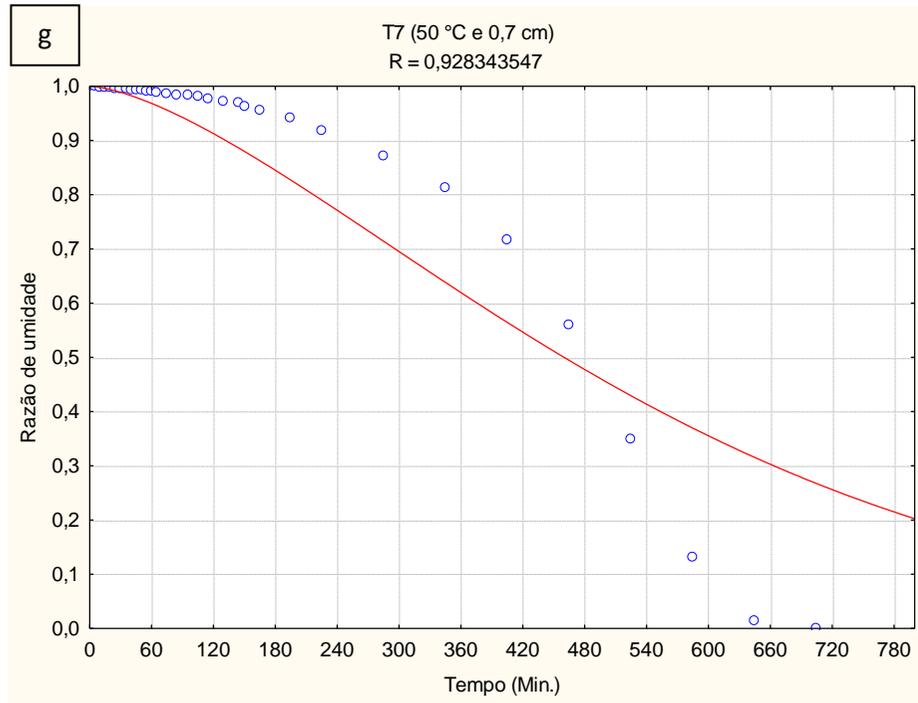
Os tratamentos T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8 obtiveram valores entre 0,90 à 0,94, não se ajustando perfeitamente ao modelo proposto, e o T9 sendo o que menos se ajustou de todos os tratamentos. O modelo matemático proposto foi o de Page, podendo ser observado nos gráficos a seguir que o tratamento T1 foi o que chegou mais próximo da linha de aferição, podendo ser representado pelo número 1 ($R=1$), por essa razão o T1 que obteve 0,96 foi o que mais se ajustou.

Gráfico 2 – Resultados preditos e reais da secagem no modelo matemático de Page









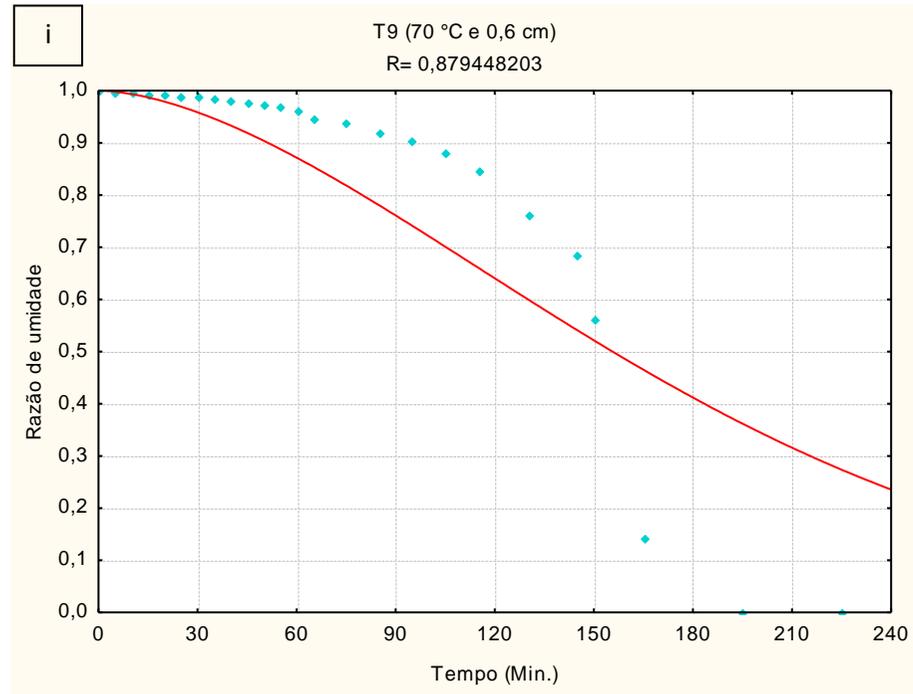


Tabela 9 – Dados obtidos para a aplicação dos dados aos ajustes matemáticos

Tratamentos	K	N
T1	0,00014	1,545310
T2	0,000253	1,718263
T3	0,000140	1,21977
T4	0,000135	1,42975
T5	0,000162	1,726746
T6	0,000140	1,69312
T7	0,0000667	1,50844
T8	0,000113	1,51395
T9	0,000131	1,69853

4. CONCLUSÃO

A pectina pode ser extraída da casca do maracujá e possui propriedades físico-químicas que não afetariam de forma significativa sua aplicação em outros produtos.

Em relação à cinética de secagem, houve variação de acordo com os tempos e espessuras, porém alguns tratamentos apresentaram curvas semelhantes. O tratamento 7, especificamente, teve o tempo de secagem mais longo.

Ao analisar a modelagem matemática, observou-se que os dados não se ajustaram ao modelo proposto. Portanto, é necessário realizar ajustes em outros modelos para obter uma boa adaptação.

5. REFERÊNCIAS

- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA n. 12 de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de Julho de 1978 [2022 Set 24]. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/acervo/legislacao/leg_produtos_humano/Resol-175-03.htm.
- ARAÚJO, C. S.; MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; PAULA, R. R.; TEIXEIRA, L. J.; SARAIVA, S. H. **Princípios da secagem de alimentos: Tópicos especiais em ciências e tecnologia de alimentos**. Edufes, 2020. p. 233 – 251.
- Braseq, Boletim Técnico Informativo Braseq: Entendendo a atividade de água (Aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral. BrasEq – Brasileira de Equipamentos Ltda. 2011 [2022 Set 25] Disponível em: <https://www.braseq.com.br/>.
- BUBLITZ, S.; EMMANOUILIDIS, P.; OLIVEIRA, M. S. R.; ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; CORBELLINI, V. A.; MARQUADT, L. **Produção de uma farinha de albedo de laranja como forma de aproveitamento de resíduos**. Revista Jovens Pesquisadores. Santa Cruz do Sul, p. 112 – 121. 2013.
- CANTERI, M. H. G.; WOSIACKI, L. M. G.; SCHEER, A. P. **Pectina: da matéria-prima ao produto final**. Polímeros, Ponta Grossa, p. 149 – 157. 2012.
- CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K. da; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. de L. **Capacidade antioxidante e composição química da casca do maracujá (*Passiflora edulis*)**. Ciência Rural, Santa Catarina, v44, n.9, p. 1699-1704, set, 2014.
- CÓRDOVA K. R. V.; GAMA T. M. M. T. B.; WINTER C. M. G.; KASKANTZIS NETO G.; FREITAS R. J. S. **Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem**. B.CEPPA, Curitiba, 2005; 23(2):221-230.
- DANTAS, S. C. M. **Desidratação de polpas pelo método *foam-mat***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2010, pag. 16.
- DIAS, L. G. **Aproveitamento da casca do maracujá em formulações de bebidas lácteas saborizadas com boca boa (*buchenavia tomentosa*) e pera do cerrado (*eugenia klotzchiana berg*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde, p. 16. 2016.

DIEB, J. T.; GURGEL, C. M.; DANTAS, T. P.; MEDEIROS, M. F. D. **Secagem da polpa de graviola pelo processo *foam-mat* e avaliação do produto obtido.**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Revista Tecnológica & Informação, 2015, p. 24 – 31.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Perdas e desperdícios de alimentos.** 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos>. Acesso em: 14/10/2023.

EVANGELISA, J. **Tecnologia de alimentos.** Editora Atheneu, São Paulo SP, pag. 397. 2008.

FERREIRA, C. P.; PEREIRA, L. N.; TORRES, S. S. **Estudo e análise da utilização de pectina extraída das cascas de maracujá (*passiflora edulis*) como espessante/estabilizante na elaboração de sobremesa gelada *plantbased*.** TCC, Limeira SP, pag. 10. 2022.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** São Paulo: Nobel, 2008, p. 298 – 299.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. **Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol.9 nº 2, pag. 281. 2007.

LIMA, M. S.; AZEVEDO, L. C.; TORRES, A. P. **Processo de obtenção de pectina por atomização.** Depositante: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IF Sertão PE. BR 102016014792-1 A2. Depósito: 16 jun. 2016. Concessão: 26 fev. 2019.

LIMA, P. C. C.; SOUZA, B. S.; SANTINI, A. T.; OLIVEIRA, D. C. **Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi ‘perola’ minimamente processado.** Lavras: Holos, 2017, p. 122 – 136.

MACÊDO, J. C. B.; LANDIM, L. A. S. R.; BEZERRA, K. C. **Desenvolvimento de farinha do albedo do maracujá amarelo.** Nutr Bras, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/nb.v18i3.3523>. Acesso em: 16/10/2023.

MEJIA L; ALVARADO A. **Vitamina C como antioxidante no manejo de SARS-CoV-2.** Rev.ACE [Internet]. 2 de julho de 2020 [2022 out 8]; 7(2S):99-101. Disponível em: <https://www.revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/593>

- MENEZE, M. L.; STRÖHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. **Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo**. *Engevista*, v. 15, n. 2, p. 177. 2013.
- MUNHOZ, C. L.; ARGANDOÑA, E. J. S.; JÚNIOR, M. S. S. **Extração de pectina de goiaba desidratada**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas SP. 2008.
- NASCIMENTO, E. M. G.C.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; GALDEANO, M. C. **Benefícios e perigos do aproveitamento da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como ingrediente na produção de alimentos**. *Rev Inst Adolfo Lutz*. São Paulo, 2013.
- SOUSA, A. L. N.; RIBEIRO, A. C. B.; SANTOS, D. G.; RICARDO, N. M. P. S.; RIBEIRO, M. E. N. P.; CAVALCANTE, E. S. B.; CUNHA, A. P. **Modificação química na casca do melão caipira (*Cucumis melo* VAR. **ACIDULUS**)**. *Quim. Nova*, Fortaleza CE. Vol. 40, n. 5, 2017.
- SOUZA, F. R. A.; OLIVEIRA, J. R. T.; SILVA, D. P.; OLIVEIRA, M. G.; NEVES, D. D.; SILVA, W. E.; STAMFOR, T. C. M. **Biopolímeros na indústria de alimentos: do aproveitamento de resíduos agroindustriais a produção de biopolímeros**. *Avanços em ciência e tecnologia de alimentos – Editora Científica*, vol. 4, pag. 372. 2021.
- SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. **Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá**. *Alim. Nutr.*, Araraquara; 2008; 19(1):33-36.
- VASCONCELOS, L. F. S. **Definição de parâmetros para a secagem em camada de espuma (*foam-matdrying*) do juazeiro (*ziziphus joazeiro*)**. Monografia (TCC) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2017, pag. 20.