



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RAUL FELIPE DE QUEIROZ FREITAS

**CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DO BLEND DE MARACUJÁ
AMARELO COM BATATA YACON**

POMBAL/PB

2021

RAUL FELIPE DE QUEIROZ FREITAS

**CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DO BLEND DE MARACUJÁ
AMARELO COM BATATA YACON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Plúvia Oliveira Galdino

POMBAL/PB

2021

F866c

Freitas, Raul Felipe de Queiroz.

Cinética de secagem em camada de espuma do blend de maracujá amarelo com batata yacon . / Raul Felipe de Queiroz Freitas. - Pombal, 2021.

39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Profa. Dra. Plúvia Oliveira Galdino."

Referências.

1. Maracujá. 2. Blend - maracujá amarelo. 3. maracujá - secagem. 4. *Passiflora edulis*. 5. *Smallanthus sonchifolius*. 6. Maracujá amarelo - desidratação. 7. Batata yacon. I. Galdino, Plúvia Oliveira. II. Título.

CDU 634.776.3(043)

RAUL FELIPE DE QUEIROZ FREITAS

**CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DO BLEND DE MARACUJÁ
AMARELO COM BATATA YACON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em 07 de maio de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Plúvia Oliveira Galdino

Prof^ª. Dr^ª. Plúvia Oliveira Galdino

CCTA/UATA/UFCG

Orientadora

J. Rodrigues

Prof. Dr. Jocielys Jovelino Rodrigues

CCTA/UATA/UFCG

Examinador interna

Wennia Gomes Moreira

CS Digitalizado com CamScanner Eng. Wennia Gomes Moreira

Examinadora externa

POMBAL/PB

2021

Dedico este trabalho à minha avó Maria Pessoa de Queiroz (in memoriam) por todos os valores, conhecimentos e todo amor durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe Antônia Ida de Queiroz e ao meu irmão Erasmo Freitas de Souza por toda a criação, suporte durante toda a minha vida.

Aos meus professores, por toda a formação acadêmica e visões pertinentes na área, em sua grande parte constituída de profissionais exemplares. Em especial à professora doutora Plúvia Oliveira Galdino por todo o conhecimento, orientação e paciência comigo desde a disciplina de Análise de Alimentos. Ao professor Adriano Sant'ana por me acolher em seu laboratório e permitir a realização das análises e pelos ensinamentos.

A todos os amigos que ganhei na universidade, João Paulo, Adão Mendes, Daniel Carvalho, Dauany Sousa, Jonnathan Silva, Maria Eduarda, Paulo Paiva, Amanda Sonalle, Bianca Louise. Mas em especial a Wennia Gomes, por todo o auxílio no desenvolvimento deste trabalho e amizade.

A Pedro Victor Crescêncio de Freitas, por toda a parceria e trajetória ao meu lado como colega de curso, de moradia e irmão. A convivência em Pombal foi melhor graças a tua presença.

Aos amigos de infância, Eusamar Magalhães, Iago Bruno, Júlia Paiva, Kaio Magalhães e Matheus Andrade, por toda a amizade durante tanto tempo e principalmente neste tempo de pandemia, todos eles me ajudaram muito.

A todos os servidores terceirizados, técnicos de laboratórios e demais colaboradores pela manutenção fundamental do campus.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Expansão volumétrica (Over-run) das espumas com diferentes concentrações de Emustab® e Super Liga Neutra® em função do tempo de batimento.....21
- Figura 2** - Curvas de cinética da estabilidade das espumas com diferentes concentrações Emustab® e Super Liga Neutra® em função do tempo de batimento.22
- Figura 3** - Curvas de secagem da espuma selecionada nas temperaturas de 50 (a), 60 (b) e 70 (c) °C em diferentes espessuras de camada.24
- Figura 4** - Curvas de secagem com espessuras da camada de 0,5 (a), 1,0 (b) e 1,5 (c) cm e diferentes temperaturas de secagem com ajustes pelo modelo de Page. ...30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Codificação para os testes de emulsões.....	17
Tabela 2 - Variáveis no processo de secagem em camada de espuma.....	18
Tabela 3 - Modelos de ajuste da cinética de secagem em camada de espuma.	18
Tabela 4 - Média e desvio padrão das massas específicas das espumas com diferentes concentrações de aditivos.	19
Tabela 5 - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da camada de 0,5 cm e diferentes temperaturas.	26
Tabela 6 - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da camada de 1,0 cm e diferentes temperaturas.	27
Tabela 7 - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da camada de 1,5 cm e diferentes temperaturas.	28

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
Matéria-Prima	15
Preparação de Polpas Integrais	16
Preparação do Blend e das Emulsões	16
Seleção da Emulsão	17
Secagem em Camada de Espuma	17
Estudo da Cinética de Secagem	18
Análise Estatística.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
Seleção das Concentrações de Aditivos.....	20
Cinética de Secagem do Blend em Diferentes Concentrações.....	23
Ajuste dos Modelos Matemáticos	26
CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS.....	33

FREITAS, R. F. Q. **Cinética de secagem em camada de espuma do blend de maracujá amarelo com batata yacon**. 2021. 39f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021.

RESUMO

O blend da polpa de maracujá amarelo com batata yacon apresenta qualidades nutritivas e sensoriais extremamente atrativas e a secagem em camada de espuma (foam mat drying) se insere como uma alternativa menos abrasiva no que se refere à tecnologias que evitam perdas pós-colheita. Objetivou-se com esta pesquisa selecionar a melhor emulsão para secagem, analisar as interações das condições de secagem e determinar o modelo matemático que mais se ajusta aos dados experimentais da cinética de secagem do blend da polpa de maracujá amarelo com batata yacon. As emulsões foram preparadas com o blend (70% maracujá + 30% yacon) e adição de diferentes concentrações de Emustab® e Super Liga Neutra® (1,0, 1,5 e 2,0%), sendo analisada quanto a massa específica, expansão volumétrica e estabilidade. A emulsão selecionada foi submetida à secagem em diferentes espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), nas temperaturas iniciais de teste de 50, 60 e 70 °C. Realizou-se o estudo da cinética de secagem aplicando os dados aos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis e Exponencial de dois termos. Os tratamentos com 0,5 cm de espuma secaram rapidamente, aproximadamente 585, 465 e 285 minutos, contando com valores de K iguais a 0,0012, 0,0017 e 0,0012 para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C respectivamente no modelo de Page. A formulação escolhida foi a que utiliza 2% de Emustab e 1,5% (T8) por resultar em uma massa específica e estabilidade de espuma adequada, quanto ao modelo matemático, o de Page apresentou melhor ajuste aos dados experimentais.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, *Smallanthus sonchifolius*, Desidratação, Modelo Matemático.

FREITAS, R. F. Q. **Drying kinetics of the yellow passion fruit with yacon potato blend by foam mat method**. 2021. 39p. Monography (Undergraduate in Food Engineering) – Federal University of Campina Grande, Pombal, 2021.

ABSTRACT

The blend of yellow passion fruit pulp with yacon potato brings extremely attractive nutritional and sensory qualities and drying in a foam layer (foam mat drying) is a less abrasive alternative in terms of technology that prevents post-harvest losses . The objective of this research was to select the best emulsion for drying, analyze the interactions of drying conditions and to determine the mathematical model that best fits the experimental data of the drying kinetics of the blend of yellow passion fruit pulp with yacon potato. The emulsions were prepared with the blend (70% passion fruit + 30% yacon) and the addition of different Emustab® and Super Liga Neutra® concentrations (1.0, 1.5 and 2.0%), being analyzed for their mass specificity, volumetric expansion and stability. The selected emulsion was subjected to drying in different thicknesses (0.5, 1.0 and 1.5 cm), in the initial test conditions of 50, 60 and 70 °C. The study of drying kinetics was carried out by applying the data in the mathematical models of Page, Henderson & Pabis and Exponential of two terms. The treatments with 0.5 cm of foam dried more quickly, approximately 585, 465 and 285, with K values equal to 0.0012, 0.0017 and 0.0012 for temperatures of 50, 60 and 70 ° C, respectively in the Page model. The chosen formulation was the one that uses 2% Emustab and 1.5% (T8) as a result of adequate specific mass and foam stability, the model in which the experiments were most adjusted was Page.

Key words: *Passiflora edulis*, *Smallanthus sonchifolius*, dehydration, mathematical model.

Este Trabalho de Conclusão de Curso segue as normas da Revista Ciência Agronômica (RCA) ISSN 0045 – 6888 que se encontra em anexo ao manuscrito.

1 **Cinética de secagem em camada de espuma do blend de maracujá amarelo com batata**
2 **yacon**

3
4 Drying kinetics of the yellow passion fruit with yacon potato blend by foam mat method

5
6 **RESUMO** - O blend da polpa de maracujá amarelo com batata yacon apresenta qualidades
7 nutritivas e sensoriais extremamente atrativas e a secagem em camada de espuma (foam mat
8 drying) se insere como uma alternativa menos abrasiva no que se refere à tecnologias que
9 evitam perdas pós-colheita. Objetivou-se com esta pesquisa selecionar a melhor emulsão para
10 secagem, analisar as interações das condições de secagem e determinar o modelo matemático
11 que mais se ajusta aos dados experimentais da cinética de secagem do blend da polpa de
12 maracujá amarelo com batata yacon. As emulsões foram preparadas com o blend (70%
13 maracujá + 30% yacon) e adição de diferentes concentrações de Emustab® e Super Liga
14 Neutra® (1,0, 1,5 e 2,0%), sendo analisada quanto a massa específica, expansão volumétrica e
15 estabilidade. A emulsão selecionada foi submetida à secagem em diferentes espessuras (0,5;
16 1,0 e 1,5 cm), nas temperaturas iniciais de teste de 50, 60 e 70 °C. Realizou-se o estudo da
17 cinética de secagem aplicando os dados aos modelos matemáticos de Page, Henderson &
18 Pabis e Exponencial de dois termos. Os tratamentos com 0,5 cm de espuma secaram
19 rapidamente, aproximadamente 585, 465 e 285 minutos, contando com valores de K iguais a
20 0,0012, 0,0017 e 0,0012 para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C respectivamente no modelo
21 de Page. A formulação escolhida foi a que utiliza 2% de Emustab e 1,5% (T8) por resultar em
22 uma massa específica e estabilidade de espuma adequada, quanto ao modelo matemático, o de
23 Page apresentou melhor ajuste aos dados experimentais.

24

25 **Palavras-chave:** *Passiflora edulis*. *Smallanthus sonchifolius*. Desidratação. Modelo
26 matemático.

27 **ABSTRACT** - The blend of yellow passion fruit pulp with yacon potato brings extremely
28 attractive nutritional and sensory qualities and drying in a foam layer (foam mat drying) is a
29 less abrasive alternative in terms of technology that prevents post-harvest losses . The
30 objective of this research was to select the best emulsion for drying, analyze the interactions
31 of drying conditions and to determine the mathematical model that best fits the experimental
32 data of the drying kinetics of the blend of yellow passion fruit pulp with yacon potato. The
33 emulsions were prepared with the blend (70% passion fruit + 30% yacon) and the addition of
34 different Emustab® and Super Liga Neutra® concentrations (1.0, 1.5 and 2.0%), being
35 analyzed for their mass specificity, volumetric expansion and stability. The selected emulsion
36 was subjected to drying in different thicknesses (0.5, 1.0 and 1.5 cm), in the initial test
37 conditions of 50, 60 and 70 °C. The study of drying kinetics was carried out by applying the
38 data in the mathematical models of Page, Henderson & Pabis and Exponential of two terms.
39 The treatments with 0.5 cm of foam dried more quickly, approximately 585, 465 and 285,
40 with K values equal to 0.0012, 0.0017 and 0.0012 for temperatures of 50, 60 and 70 ° C,
41 respectively in the Page model. The chosen formulation was the one that uses 2% Emustab
42 and 1.5% (T8) as a result of adequate specific mass and foam stability, the model in which the
43 experiments were most adjusted was Page.

44 **Key words:** *Passiflora edulis*. *Smallanthus sonchifolius*. Dehydration. Mathematical model.

45

46

INTRODUÇÃO

47 O maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) possui coloração marcante e flavor
48 característico, tornando-se uma matéria-prima de alto valor para a indústria alimentícia,
49 podendo ser consumida e aplicada como flavorizante em diversos produtos como: bolos,

50 sucos, sorvetes e outras possibilidades, além de inúmeras substâncias constituintes do
51 maracujá como alcaloides, flavonoides, carotenoides, minerais e vitaminas, atuando como
52 antioxidantes e na diminuição da taxa de glicose e colesterol no sangue, sendo portanto um
53 alimento funcional (CARLOS *et al.*, 2019; KARUNARATHNA; MAYOORY, 2018).

54 Por outro lado, a batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz fonte de fibras
55 que possui em sua composição frutanos do tipo inulina e fruto-oligossacarídeos que são
56 prebióticos capazes de resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas do corpo humano, além de
57 possuírem compostos fenólicos com capacidades antioxidantes e baixo valor calórico
58 (GUSSO; MATTANA; RICHARDS, 2015; TOSTES *et al.*, 2014).

59 O Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, registrou que em 2020, o Brasil
60 colheu uma área total de mais de 80 milhões de hectares, produzindo 990.037.757 de
61 toneladas produtos agrícolas (IBGE, 2021). Tamanha produção naturalmente ocasiona
62 diversas perdas durante a cadeia alimentícia, assim como é citado no relatório da Food and
63 Agriculture Organization, ao qual a América Latina e o Caribe são responsáveis por 20% de
64 perda total da produção (FAO, 2020).

65 A perda pós-colheita no total produtivo é decorrente de diversos fatores como região
66 geográfica, dificuldades de transporte, nível de tecnologia aplicada, condições de
67 armazenamento e manipulação dos alimentos. Isso se deve à sensibilidade individual de cada
68 alimento, pois cada um apresenta sua composição específica que facilita ou dificulta a
69 degradação. No maracujá o teor de água chega a ultrapassar 80%, para yacon observa-se em
70 média teores acima de 70%, fato que as tornam muito perecíveis (ATUNES; FAGHERAZZI;
71 VIGNOLO, 2017; SOARES; JUNIOR, 2018; TORRES-VALENZUELA; VILLAMIZAR;
72 ÁNGEL-RENDÓN, 2014; ZERAIK *et al.*, 2010).

73 Uma das soluções mais aplicadas para minimizar este problema é a secagem, que
74 consiste na redução do teor de água do alimento evitando dessa forma ataques por

75 microrganismos e reações enzimáticas de degradação, prolongando a vida de prateleira,
76 facilitando o transporte e armazenamento do produto (CHONG; LAW, 2011).

77 É importante destacar que a secagem possui consequências, a aplicação excessiva de
78 calor reduz a biodisponibilidade de compostos sensíveis dos alimentos, contudo, a secagem
79 em camada de espuma (*foam mat drying*) propõem o uso de temperaturas mais amenas. Nesse
80 processo a matéria líquida é transformada em espuma por meio de agentes emulsificantes e
81 estabilizantes que resultam na suspensão da matéria líquida através da incorporação de ar,
82 portanto a redução da massa específica abre uma maior janela para remoção de água
83 (SANGAMITHRA *et al.*, 2015).

84 Dada a importância dos estudos referentes aos fenômenos que ocorrem durante a
85 secagem, este trabalho objetivou selecionar a melhor emulsão para a secagem baseado na
86 densidade, *over-run* e estabilidade da espuma, analisar os efeitos das condições de secagem e
87 ajustar modelos matemáticos aos dados experimentais da cinética de secagem do blend da
88 polpa de maracujá amarelo com batata yacon selecionando o modelo que mais representa o
89 processo.

90 MATERIAL E MÉTODOS

91 O experimento foi realizado no Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de
92 Transporte – LOUFT, pertencente à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia
93 Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande.

94 **Matéria-Prima**

95 As matérias-primas utilizadas foram frutos de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f.*
96 *Flavicarpa*), raízes de batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*), aditivos tais como: Emustab®
97 e Super Liga Neutra®, todos adquiridos no comércio local do município de Campina Grande
98 e Pombal, PB, respectivamente.

99 Os frutos e raízes foram encaminhados ao laboratório para recepção, selecionadas
100 quanto ao estágio de maturação, eliminando-se os exemplares com danos mecânicos e
101 podridão; em seguida, os mesmos passaram por um processo de lavagem em água corrente;
102 logo após foram sanitizados por imersão em uma solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm,
103 durante 15 minutos; posteriormente, foram enxaguados em água potável. Após o escoamento
104 natural da água, seguiu-se para a obtenção das polpas integrais.

105 **Preparação de Polpas Integrais**

106 Para a obtenção da polpa de maracujá, o endocarpo (polpa + sementes) foi retirado
107 manualmente e triturado em liquidificador industrial para a retirada da mucilagem que se
108 encontra aderida as sementes e em seguida o peneiramento. Enquanto que, para a obtenção da
109 polpa integral de yacon, realizou-se descascamento manual, cortadas em fatias de
110 aproximadamente 1 cm e submetidas a um tratamento químico de submersão em solução de
111 ácido cítrico (240g de ácido cítrico comercial diluídos em 10 litros de água potável) por 15
112 minutos objetivando evitar o escurecimento enzimático causado pela polifenoloxidase. Em
113 seguida foram processadas em um triturador centrífugo para recolhimento do extrato (polpa +
114 fibras). Após a obtenção das polpas integrais de maracujá e yacon, as mesmas serão
115 descongeladas até atingirem temperatura de 25 °C, em seguida será elaborado o que blend
116 será homogeneizado manualmente utilizado posteriormente para a elaboração das emulsões
117 necessárias para a realização do processo de secagem.

118 **Preparação do Blend e das Emulsões**

119 Inicialmente foram preparadas as emulsões com o blend (70% de polpa de maracujá +
120 30% de polpa de yacon) e adição de diferentes concentrações de Emustab® e Super Liga
121 Neutra® (1,0, 1,5 e 2,0%), respectivamente, totalizando 9 experimentos (amostras)
122 codificadas descritas na Tabela 1.

123

124 **Tabela 1** – Codificação para os testes de emulsões.

Blend	Concentração de Emustab® (%)	Concentração de Super Liga Neutra® (%)	Codificação
70% maracujá + 30% yacon.	1,0	1,0	T1
		1,5	T2
		2,0	T3
	1,5	1,0	T4
		1,5	T5
		2,0	T6
	2,0	1,0	T7
		1,5	T8
		2,0	T9

125
126 Em seguida, esses ingredientes foram homogeneizados em batedeira doméstica
127 planetária da marca ARNO® 600W por um tempo de batimento de 15 minutos, com a
128 finalidade de formar uma emulsão estável para ser desidratada em camada fina resultando, ao
129 final do processo, em amostras em pó.

130 **Seleção da Emulsão**

131 O critério utilizado para selecionar as proporções de aditivo (Emustab® e Super Liga
132 Neutra®) foi a massa específica, a qual deve apresentar valor próximo a 0,5 g/cm³, expansão
133 volumétrica (*over-run*) acima de 100% e estabilidade das espumas.

134 A massa específica foi determinada através da relação entre a massa e o volume da
135 amostra, colocada em um recipiente de volume conhecido. A expansão volumétrica (*over-*
136 *run*) foi determinada de acordo com Fellows (2006).

$$137 \quad \textit{Over-run} = \frac{\text{volume da espuma} - \text{volume da polpa}}{\text{volume da polpa}} \times 100 \quad (1)$$

138 Por fim a estabilidade da espuma foi determinada pela medição do volume drenado na
139 proveta com um funil de vidro acoplado e um filtro de nylon com 20 mL de emulsão em
140 estufa com circulação de ar a 70 °C, durante 90 minutos; com medições a cada 5 minutos.

141 **Secagem em Camada de Espuma**

142 A emulsão selecionada foi submetida à secagem em camada de espuma em estufa com
 143 circulação de ar, onde a mesma foi espalhada em bandejas de aço inoxidável, formando uma
 144 camada de espuma com diferentes espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm), medidas com o auxílio de
 145 um paquímetro e em seguida foram levadas ao processo de desidratação, nas temperaturas
 146 teste de 50, 60 e 70 °C, totalizando nove condições de secagem, (Tabela 2).

147
 148 **Tabela 2** - Variáveis no processo de secagem em camada de espuma.

Emulsão selecionada	Temperatura do ar de secagem (°C)	Espessura da camada (cm)	Codificação
70% maracujá + 30% yacon + Emustab® + Liga Neutra®	50	0,5	EXP 1
		1,0	EXP 2
		1,5	EXP3
	60	0,5	EXP 4
		1,0	EXP 5
		1,5	EXP 6
	70	0,5	EXP 7
		1,0	EXP8
		1,5	EXP 9

149

150 **Estudo da Cinética de Secagem**

151 As curvas de cinética de secagem das espumas foram realizadas pesando-se as bandejas
 152 até peso constante em intervalos regulares. Foram aplicados os modelos semi-teóricos de
 153 Henderson e Pabis (1961), Page (1949) e Exponencial dois termos de Ozdemir e Devres
 154 (1999), para determinação das curvas de secagem (Tabela 3).

155

156 **Tabela 3** - Modelos de ajuste da cinética de secagem em camada de espuma.

Modelo	Equação
Henderson & Pabis	$Ru = a \cdot \exp(-kt)$ (2)
Page	$Ru = \exp(-kt^n)$ (3)
Exponencial dois termos	$Ru = c \cdot \exp(-k_0t) + d \cdot \exp(-k_1t)$ (4)

157 Em que: Ru – razão de umidade; t - tempo; a, b, c, d - constantes adimensional da equação; K,
 158 n - constantes da equação.

159

160 Para avaliar qual modelo que obteve o maior ajuste aos dados experimentais foram
 161 utilizados, como parâmetros, o coeficiente de determinação o (R^2) e o desvio quadrático
 162 médio (Equação 5).

$$163 \quad DQM = \sqrt{\frac{\sum (RU_{pred} - RU_{exp})^2}{n}} \quad (5)$$

164 Em que: DQM – desvio quadrático médio; RU_{pred} – razão de umidade predito pelo
 165 modelo; RU_{exp} – razão de umidade experimental; n – número de observações.

166 **Análise Estatística**

167 Para a análise estatística dos dados obtidos utilizou-se o delineamento inteiramente
 168 casualizado (3 x 3). Para a comparação entre médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de
 169 probabilidade. Para a construção dos gráficos da expansão volumétrica (*over-run*) e
 170 estabilidade das emulsões, faz-se uso de regressão não linear além dos dados experimentais
 171 das cinéticas de secagem, foram ajustados através dos modelos matemáticos (Tabela 2),
 172 fazendo-se uso de regressão não linear e se utilizando o programa STATISTICA, versão 5.0.

173 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

174 Encontram-se na Tabela 4, os valores médios seguidos de seus respectivos desvios
 175 padrões para a análise de massa específica das espumas para as nove combinações de
 176 Emustab® e Liga Neutra®.

177 **Tabela 4** - Média e desvio padrão das massas específicas das espumas com diferentes
 178 concentrações de aditivos.
 179

Concentrações de aditivos	Massa específica (g/cm ³)
T1	0,343 ± 0,005 a ₅
T2	0,377 ± 0,004 a ₄
T3	0,309 ± 0,006 a ₃
T4	0,159 ± 0,002 a ₂
T5	0,162 ± 0,002 a ₂
T6	0,153 ± 0,002 a ₂
T7	0,119 ± 0,002 a ₁
T8	0,117 ± 0,002 a ₁
T9	0,116 ± 0,003 a ₁

180 Os Valores de médias seguidos pelas mesmas codificações após o desvio padrão não diferem
181 estatisticamente de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, $F_c: 3271.868$ $Pr > F_c$.
182

183 Baseado nas aferições observou-se que o aumento da concentração dos aditivos resulta
184 em queda na massa específica em todos os tratamentos, indicando que houve maior
185 incremento de ar ao blend da polpa de maracujá com batata yacon, corroborando com o
186 resultado esperado. Contudo, estatisticamente o incremento de Liga Neutra® deixa de exercer
187 influência sobre a massa específica a partir de T4, que por sua vez ao nível de 5% de
188 probabilidade possui média igual à T5 e T6, da mesma forma para os tratamentos com 2% de
189 Emustab® e as três diferentes concentrações de Super Liga Neutra®.

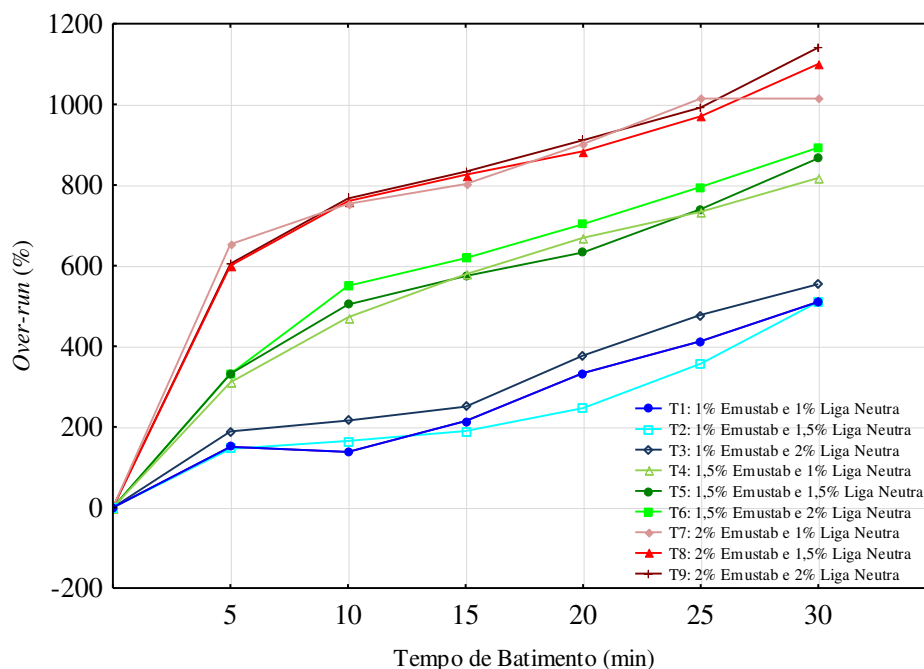
190 Resultados semelhantes foram encontrados por Feitosa *et al.* (2017), que ao realizarem
191 a secagem da polpa de murta em camada de espuma usando diferentes concentrações de
192 Emustab® e Liga Neutra®, e variando as espessuras de camada e temperaturas de secagem,
193 observaram valores de massa específica para das amostras analisadas de 0,2405, 0,2716, e
194 0,3718, que diminuía com o aumento da concentração do Emustab®.

195 **Seleção das Concentrações de Aditivos**

196 Se fazem presentes na Figura 1 as linhas dos resultados da expansão volumétrica (*over-*
197 *run*) nas diferentes concentrações de aditivos em função do tempo de batimento.

198

199 **Figura 1** - Expansão volumétrica (Over-run) das espumas com diferentes concentrações de
 200 Emustab® e Super Liga Neutra® em função do tempo de batimento.



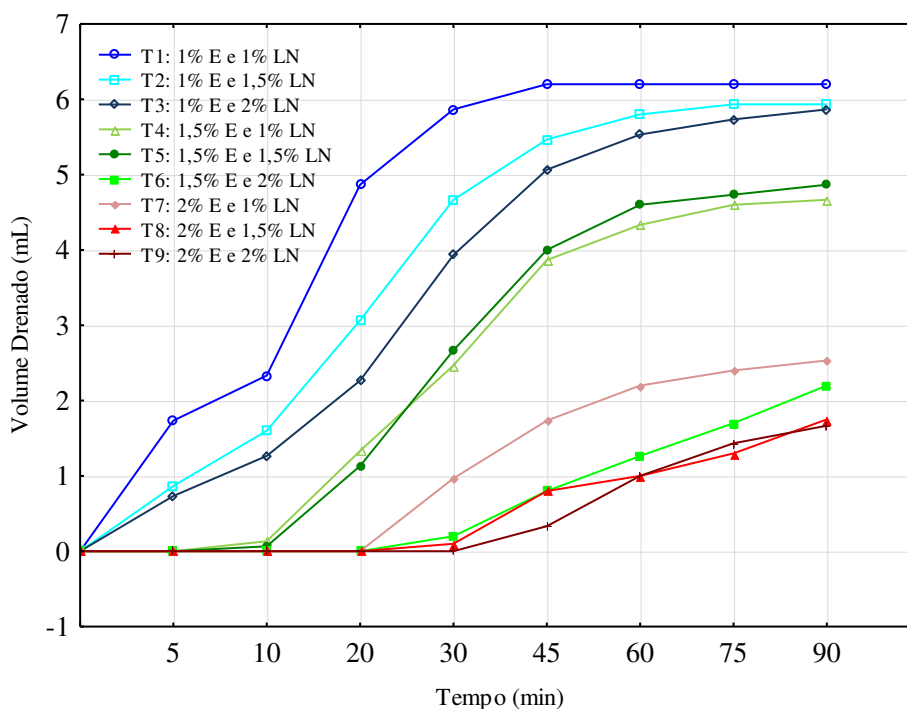
201
 202

203 Na literatura, além da massa específica, a expansão volumétrica também é um fator de
 204 fundamental importância para a transformação de um fluido em espuma, e deve ser de pelo
 205 menos 100% (VAN ARSDEL, 1964). Com exceção das espumas com concentração de 1% de
 206 Emustab® (T1, T2 e T3), todas apresentaram um valor de *over-run* satisfatório com 5
 207 minutos de batimento, sendo que a maior expansão observada foi com a máxima concentração
 208 de aditivos, entrando em concordância com os resultados das massas específicas, sendo então
 209 inversamente proporcional.

210 Na figura 2 têm-se as curvas de cinética da estabilidade da espuma, baseados nos
 211 volumes drenados de cada uma das amostras em função das concentrações de aditivos e
 212 tempo, submetidos à temperatura de 70°C.

213

214 **Figura 2** - Curvas de cinética da estabilidade das espumas com diferentes concentrações
 215 Emustab® e Super Liga Neutra® em função do tempo de batimento.



216
217

218 A espuma com menor volume drenado foi T9, porém verificou-se que outras curvas se
 219 assemelharam aos resultados da espuma com maiores concentrações de aditivos, foi o caso de
 220 T6, que obteve um volume drenado inferior à T7, constatando que em concentrações mais
 221 elevadas a Super Liga Neutra® exerce melhor a função de estabilidade da espuma.

222 Outros tipos de aditivos também foram testados em outros trabalhos como no de Araújo
 223 *et al.* (2017a), em que analisando a cinética de secagem de acerola em leito de espuma,
 224 utilizou-se de Albumina e Emustab® com um tempo de batimento de 20 minutos na espessura
 225 de 1 cm, constataram que a albumina não incrementou na estabilidade da espuma notando-se
 226 que o volume drenado permanecia mesmo com o aumento de sua concentração.

227 Baseado nos critérios de avaliação para seleção da amostra observou-se que todas as
 228 espumas estavam aptas à secagem por estar dentro dos valores preconizados pela literatura,
 229 neste caso atenta-se para a estabilidade das espumas, constatando-se que os tratamentos com
 230 1% de Emustab® não estavam aptos para a secagem por ultrapassar o valor de 1,25 mL

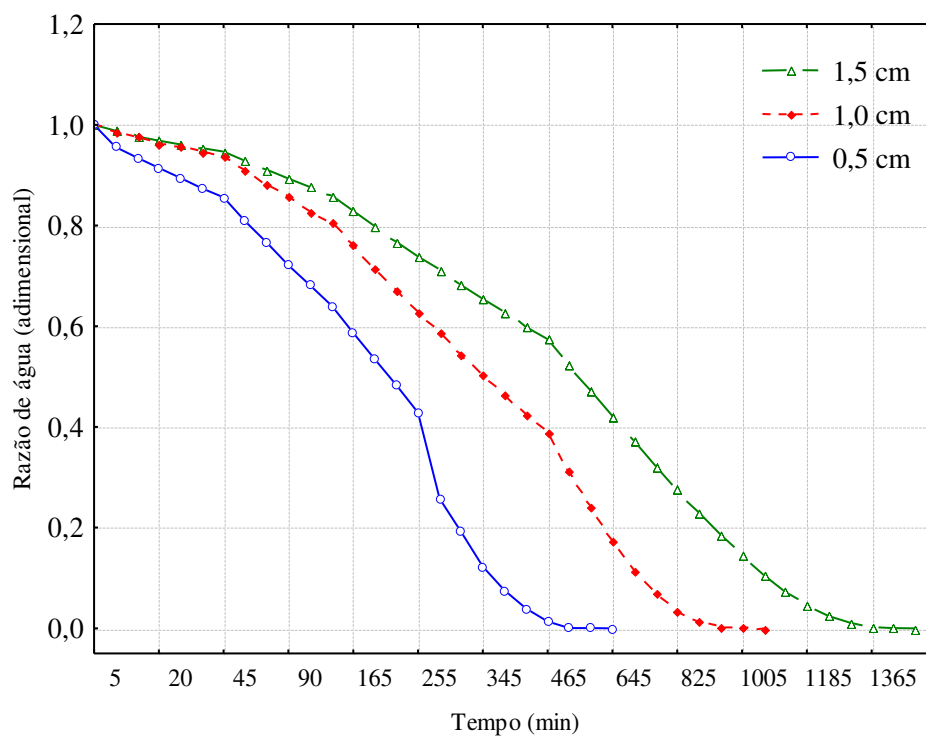
231 mesmo após 15 minutos. T8 e T9, foram muito semelhantes e apresentaram os melhores
232 resultados para todas as análises, então por apresentar menor quantidade de aditivo, e mais
233 atrativos ao público consumidor, T8 (2% de Emustab® e 1,5% de Super Liga Neutra®) foi
234 escolhida como a espuma para secagem.

235 **Cinética de Secagem do Blend em Diferentes Concentrações**

236 Na Figura 3 estão às curvas da cinética de secagem em camada de espuma nas
237 espessuras de 0,5, 1,0 e 1,5 cm de espessura para as temperaturas de 50°C (a), 60°C (b) e
238 70°C (c), na forma adimensional do teor de água (razão de água) em base úmida, em função
239 do tempo de secagem.

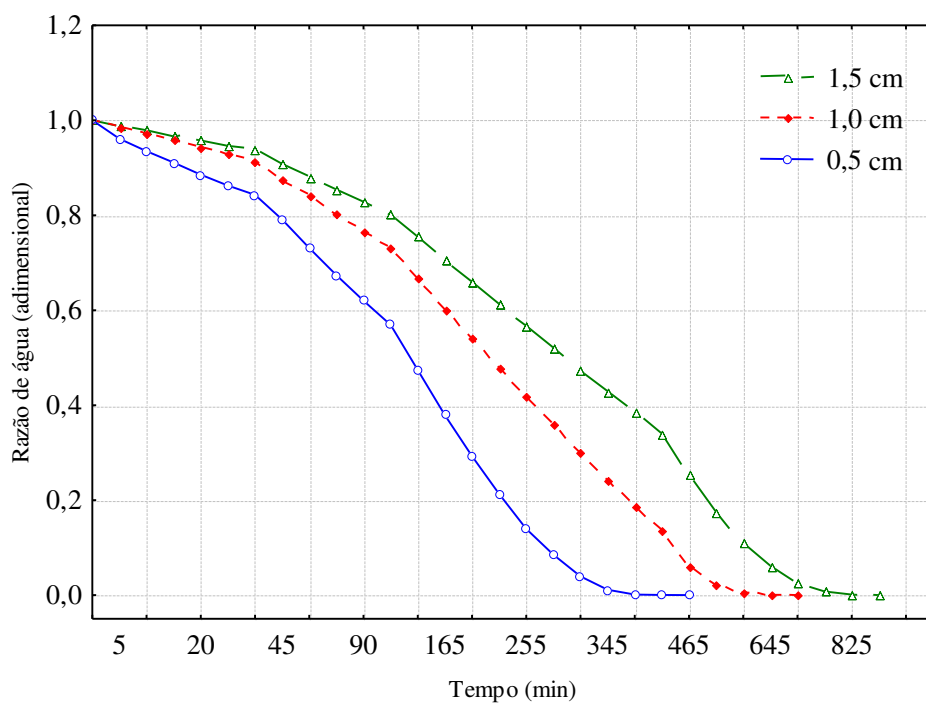
240

241 **Figura 3** - Curvas de secagem da espuma selecionada nas temperaturas de 50 (a), 60 (b) e 70
 242 (c) °C em diferentes espessuras de camada.



243

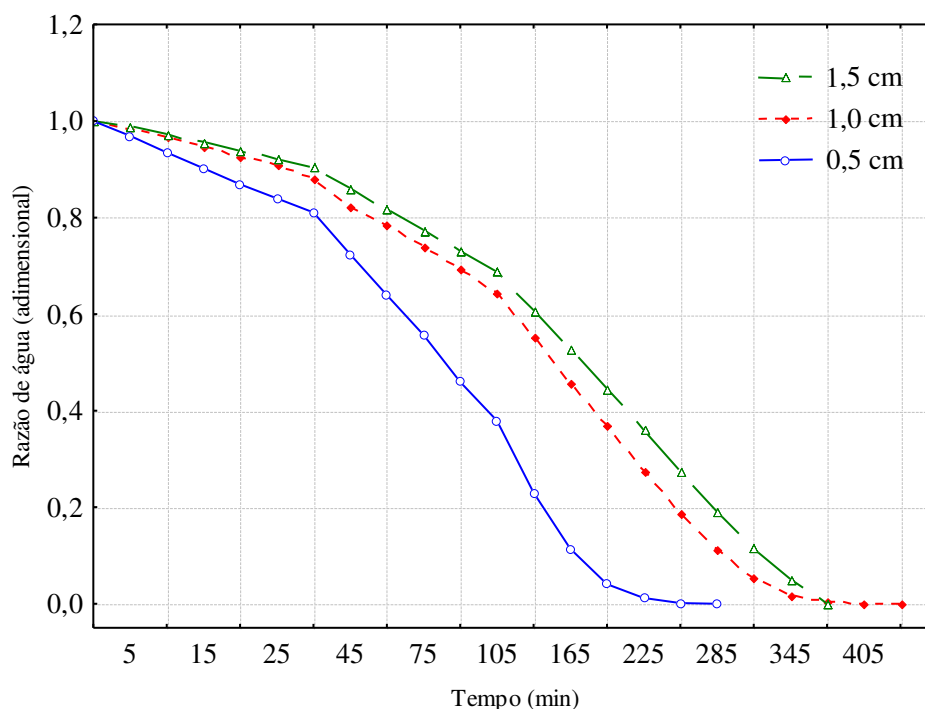
(a)



244

245

(b)



246
247

(c)

248 Em todas as temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C, os tratamentos com 0,5 cm de
249 espuma secaram mais rapidamente, com aproximadamente 585, 465 e 285 minutos de
250 processo, respectivamente. Para a espessura de 1,0 cm obteve-se 1005, 825 e 465 minutos e
251 para a espessura de 1,5 cm, 1485, 945 e 765 minutos. Dessa forma nota-se que o aumento da
252 temperatura facilita a remoção de água. Observa-se também nas curvas de secagem da Figura
253 3, que o aumento da espessura da camada dificulta o processo de remoção de água.

254 Cól *et al.* (2021) caracterizaram o processo de secagem em camada de espuma da polpa
255 de bacaba, os quais registraram que em camada fina, o processo de secagem da polpa levou
256 cerca de 240 minutos à 70 °C com 5 mm de espessura, e o maior tempo de secagem levou 588
257 minutos para estabilizar à 50 °C em uma camada de 15 mm.

258 Inicialmente o processo de secagem foi mais intenso devido à exposição do conteúdo de
259 água ao ar quente, posteriormente o processo teve velocidade reduzida devido à dificuldade
260 de remoção da água das partes mais internas do conteúdo das bandejas. De acordo com a
261 primeira lei da termodinâmica, variações no grau de entalpia favorecem as alterações de

262 energia dentro do sistema ocasionando interação entre as moléculas de água e demais
 263 constituintes da matéria durante ambos os processos de sorção, já a entropia associa-se à
 264 repulsão ou ligação entre água e componentes num arranjo espacial da fração correspondente
 265 à água e produto (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

266 Ajuste dos Modelos Matemáticos

267 Estão contidos na Tabela 5, os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson
 268 & Pabis e Exponencial Dois Termos para as temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C na
 269 espessura da camada de 0,5 cm, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e
 270 desvios quadráticos médios (DQM).

271
 272 **Tabela 5** - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios
 273 (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da
 274 camada de 0,5 cm e diferentes temperaturas.

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro				R^2	DQM
		K	n				
Page	50	0,0012	1,2642		0,9891	0,0824	
	60	0,0017	1,2672		0,9960	0,0657	
	70	0,0012	1,4406		0,9969	0,0855	
Henderson & Pabis	Temp. (°C)	a	K		R^2	DQM	
	50	1,0241	0,0052		0,9833	0,0579	
	60	1,0323	0,0068		0,9907	0,0549	
	70	1,0641	0,0105		0,9882	0,0518	
Exponencial Dois Termos	Temp. (°C)	c	K_0	d	K_1	R^2	DQM
	50	0,5120	0,0052	0,5121	0,0052	0,9833	0,0579
	60	0,5161	0,0068	0,5161	0,0068	0,9907	0,0549
	70	0,5323	0,0105	0,5318	0,0104	0,9882	0,0518

275
 276 De todos os modelos aplicados, Page foi a modelagem aplicada à secagem da polpa de
 277 maracujá com batata yacon, apresentando os maiores coeficientes de determinação superiores
 278 a 0,99 e desvios médios inferiores a 0,1. No caso do modelo de Page, o parâmetro indicado
 279 pela variável “n” representa a função combinada da velocidade em que o ar no interior da
 280 estufa elimina o teor inicial de água da matéria analisada, a constante “K” diz respeito à

281 função da temperatura com o teor de água sendo então a constante de secagem. (AZZOUZ *et*
282 *al.*, 2002; PAGE, 1949).

283 Li *et al.* (2021) analisaram os efeitos de goma arábica em diferentes concentrações (0, 5,
284 10 e 15%) na secagem em camada de espuma de melão, constatou que os modelos
285 matemáticos que mais representavam o processo nas dadas condições era o de Page, com R^2
286 de 0,9894 a 0,9994.

287 Naturalmente, o aumento de temperatura atuou diretamente sobre o tempo de secagem,
288 acelerando-o. Em que o “K” aumentou com o aumento da temperatura com exceção para a
289 temperatura de 70 °C, assim como o “n” também aumentou com o aumento da temperatura do
290 ar de secagem. O incremento da constante indica em uma remoção mais rápida do conteúdo
291 de água. A constância no crescimento dos parâmetros é evidente nos três modelos
292 matemáticos apresentados, relacionando então com o aumento de temperatura, de forma a
293 reduzir o tempo de secagem.

294 Na Tabela 6, encontram-se os valores dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson
295 & Pabis e Exponencial Dois Termos para as temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C na
296 espessura da camada de 1,0 cm, contendo também seus coeficientes de determinação (R^2) e
297 desvios quadráticos médios (DQM).

298 **Tabela 6** - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios
299 (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da
300 camada de 1,0 cm e diferentes temperaturas.
301

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro				R^2	DQM
		K	n				
Page	50	0,0006	1,2456			0,9955	0,0656
	60	0,0006	1,3162			0,9964	0,0623
	70	0,0006	1,4053			0,9942	0,1324
Henderson & Pabis	Temp. (°C)	a	K		R^2	DQM	
	50	1,0355	0,0026		0,9886	0,0589	
	60	1,0441	0,0040		0,9891	0,0527	
	70	1,0620	0,0060		0,9848	0,0612	
Exponencial Dois	Temp. (°C)	c	K_0	D	K_1	R^2	DQM

Termos	50	0,5045	0,0036	0,5045	0,0036	0,9888	0,0731
	60	0,5308	0,0040	0,5133	0,0040	0,9891	0,0527
	70	0,5332	0,0060	0,5287	0,0060	0,9848	0,0612

302

303 Novamente o modelo de ajuste mais próximo do experimento foi o de Page, com R^2
 304 mais próximo a 1 em relação aos outros dois modelos, além disso seus desvios quadráticos
 305 médios foram menores que 0,1, com exceção da temperatura de 70 °C.

306 Apenas o parâmetro “n” obteve acréscimo com o aumento da temperatura, neste caso
 307 referindo-se à fração de velocidade do ar, pois naturalmente será maior com uma temperatura
 308 maior. A constante “K” que envolve a temperatura permaneceu constante, indicando uma
 309 possível influência da espessura da camada. Nota-se também que houve um desvio muito alto
 310 na temperatura de 70 °C indicando incerteza na medição dos dados, o que também pode
 311 explicar a constância do parâmetro K mesmo na temperatura mais alta.

312 Com relação aos demais modelos, houve crescimento em todos os parâmetros de acordo
 313 com a elevação da temperatura de secagem, além de atingirem valores médios para DQM
 314 inferiores a 0,1 em todos os casos. Franco *et al.* (2015) analisando os efeitos dos parâmetros
 315 de secagem em camada de espuma da batata yacon, também constataram valores para R^2
 316 satisfatórios de acordo com o modelo de Page, contudo, dentre seus resultados, o modelo mais
 317 expressivo ao experimento foi o logarítmico.

318 Na Tabela 7, encontram-se os valores dos parâmetros dos modelos de Page,
 319 Henderson & Pabis e Exponencial Dois Termos para as temperaturas de secagem de 50, 60 e
 320 70 °C na espessura da camada de 1,5 cm, contendo também seus coeficientes de determinação
 321 (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM).

322

323 **Tabela 7** - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios
 324 (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem da espuma selecionada com espessura da
 325 camada de 1,5 cm e diferentes temperaturas.

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro		R^2	DQM
		K	n		
Page	50	0,0004	1,2158	0,9942	0,0656

	60	0,0004		1,3079	0,9956	0,0667	
	70	0,0006		1,3921	0,9934	0,0453	
Henderson & Pabis	Temp. (°C)	A		k	R²	DQM	
	50	1,0298		0,0017	0,9872	0,0648	
	60	1,0424		0,0029	0,9866	0,0560	
	70	1,0569		0,0051	0,9803	0,0369	
Exponencial Dois Termos	Temp. (°C)	c	K₀	D	K₁	R²	DQM
	50	0,5148	0,0017	0,5149	0,0017	0,9872	0,0649
	60	0,5148	0,0028	0,5148	0,0028	0,9864	0,0486
	70	0,5285	0,0051	0,5284	0,0051	0,9803	0,0369

326

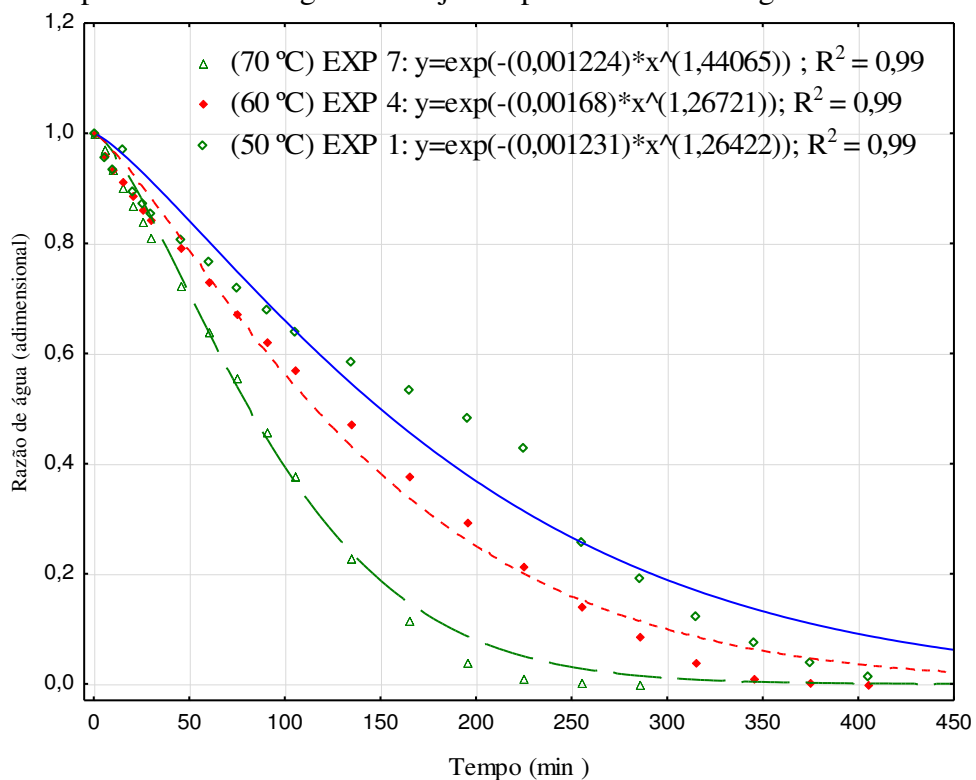
327 O parâmetro “K” para o modelo de Page se manteve constante nas temperaturas de 50 e
 328 60 °C, enquanto que para o parâmetro n, houve acréscimo. Baseado nessas informações
 329 observa-se influência sobre o tempo de secagem a partir da temperatura utilizada e da
 330 espessura proposta. Freitas *et al.* (2018), caracterizaram o produto da secagem em camada de
 331 espuma de cajá (*Spondias mombin L.*) aditivado de Emustab® com tempo de batimento de 20
 332 minutos constataram para o modelo de Page R² de 0,9757, 0,9886, 0,9921 e 0,9929, para as
 333 temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. Feitosa *et al.* (2017) observou em suas análises que o
 334 parâmetro K aumentava com o aumento da temperatura na espessura de 1,5 cm de 0,0008 em
 335 50 °C para 0,0015 em 90 °C, com um coeficiente de determinação variando entre 0,9938 e
 336 0,9977, portando desvios quadráticos aceitáveis.

337 Nas modelagens de Henderson & Pabis e Exponencial Dois Termos, constatou-se o
 338 mesmo tipo de comportamento, onde o parâmetro “K” foi crescente em função da temperatura
 339 aplicada, sendo que o modelo Exponencial se assemelhou mais ao de Page por apresentar
 340 constância no parâmetro “K” referente às temperaturas de 50 e 60 °C.

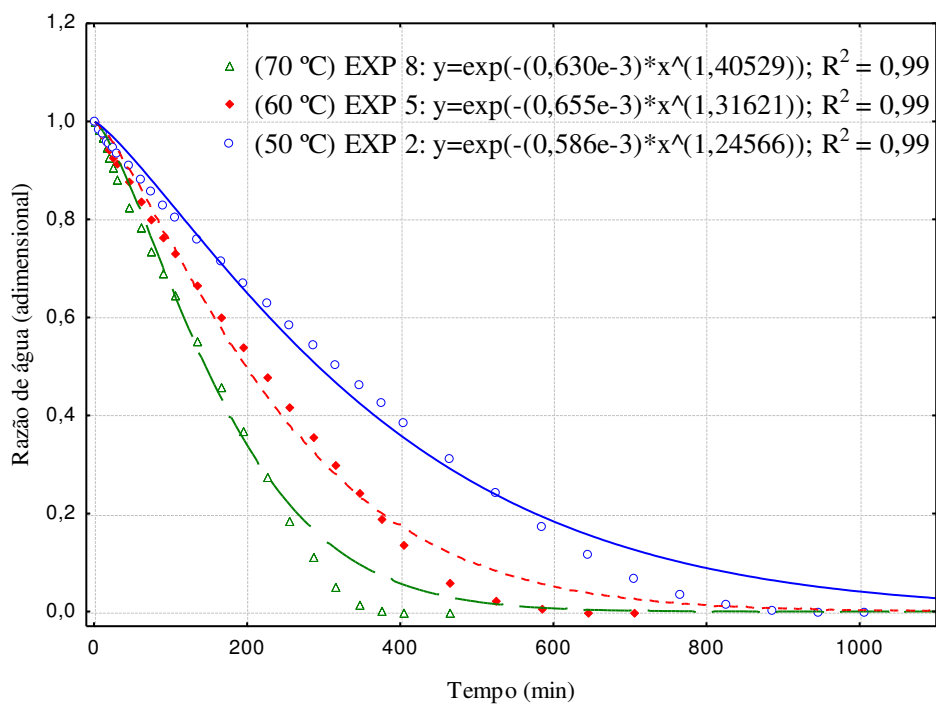
341 Na Figura 4 estão contidas as curvas de cinética de secagem do tratamento selecionado
 342 com espessuras de 0,5, 1,0 e 1,5 cm nas três temperaturas estudadas com os ajustes do modelo
 343 matemático de Page.

344

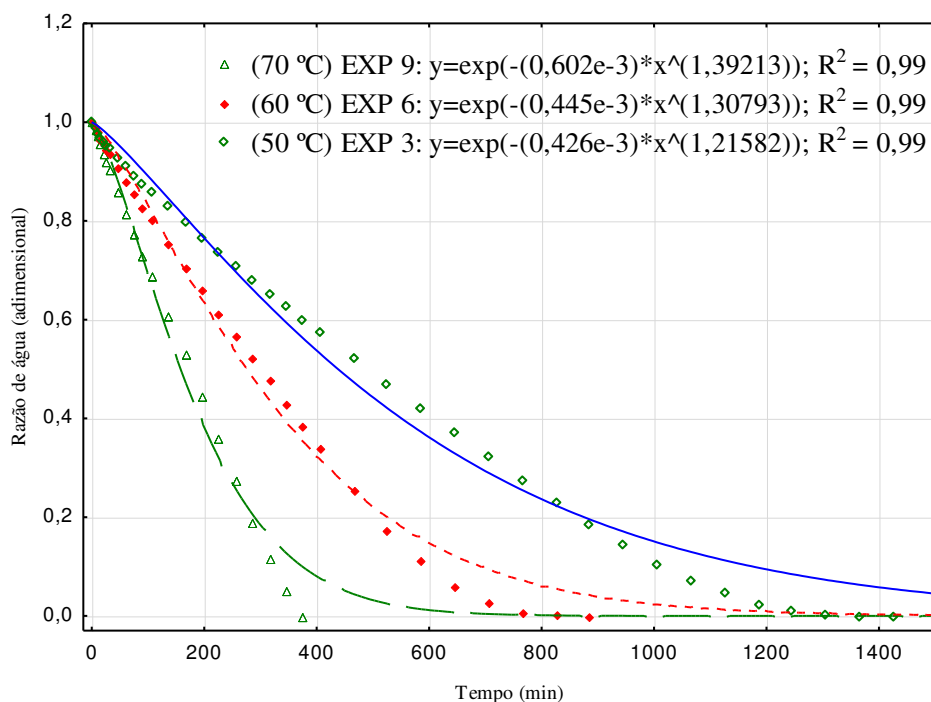
345 **Figura 4** - Curvas de secagem com espessuras da camada de 0,5 (a), 1,0 (b) e 1,5 (c) cm e
 346 diferentes temperaturas de secagem com ajustes pelo modelo de Page.



347 (a)



348 (b)



349
350

(c)

351 Na Figura 4 (a) observa-se distanciamento das curvas de secagem por parte da
352 temperatura de 50 e 60 °C, o que pode explicar a inconformidade no aumento do parâmetro K
353 para o modelo na temperatura de 70 °C, que deveria ser superior. Enquanto que em (b) estão
354 contidas as curvas de cinética de secagem do tratamento selecionado com espessura de 1,0 cm
355 nas três temperaturas com os ajustes do modelo matemático de Page. Observando-se mais
356 uma vez a influência da temperatura sobre o tempo de secagem e a influência da espessura da
357 camada em relação à espessura anterior, pois o tempo de secagem a 70 °C com 1,0 cm foi
358 aproximadamente o dobro da camada com 0,5 cm.

359 Para o gráfico em (c) estão contidas as curvas de cinética de secagem do tratamento
360 selecionado com espessura de 1,5 cm nas três temperaturas com os ajustes do modelo
361 matemático de Page, onde as linhas dos ajustes estão mais próximas dos valores
362 experimentais, destacando-se os coeficientes de determinação. A influência da temperatura
363 mais uma vez fica clara para observação em função do tempo de secagem e também o
364 aumento da espessura, ocasionando em um tempo de secagem superior às outras espessuras
365 testadas.

366 Araújo *et al.* (2017b) realizaram a modelagem matemática da secagem dos frutos do
367 amendoim em camada delgada, também observaram melhor aplicação geral da equação de
368 Page, demonstrando sua versatilidade entre métodos de secagem, apresentando valores de R^2
369 satisfatórios acima de 0,9995 para todos os tratamentos.

370 Assim como Camilo *et al.* (2019) que analisaram a cinética de secagem da banana prata
371 em secador híbrido, no qual o modelo de Page foi o mais adequado para descrição do
372 experimento, com R^2 de aproximadamente 0,88 e 0,58 para o respectivos formatos cilíndrico
373 e disco. Por outro lado, Leite *et al.* (2019) que estudando a cinética de secagem de sementes
374 germinadas de jaca, observaram que o modelo de Dois-Termos melhor se adequava ao
375 experimento, não só pelos maiores coeficientes de determinação, como também menores
376 desvios médios quadráticos.

377 CONCLUSÕES

- 378 1. A formulação escolhida para secagem foi 2% de Emustab® e 1,5% de Super Liga Neutra®
379 (T8), por apresentar resultados satisfatórios quanto a massa específica e estabilidade da
380 espuma, além do critério do uso reduzido de aditivos na emulsão, sendo portanto mais atrativa
381 ao consumidor;
- 382 2. O tempo de secagem foi diretamente influenciado pela espessura da camada de espuma e
383 pela temperatura de secagem utilizada, dada a variação de entalpia no sistema. A inclusão de
384 mais energia favoreceu a remoção de água das regiões mais interiores da emulsão,
385 ocasionando em um menor tempo de secagem. O estudo indica que em algum ponto a camada
386 de espessura deixará de influenciar no processo com o aumento da temperatura;
- 387 3. Os dados experimentais se ajustaram com mais precisão ao modelo de Page, por ter
388 coeficientes de determinação mais altos e apresentar valores de desvios quadráticos médios
389 aceitáveis. Por ser um modelo mais simples pode ser mais abrangente e portanto obteve
390 melhores resultados.

391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414

AGRADECIMENTOS

A professora Plúvia Oliveira Galdino, pela oportunidade e confiança ao me selecionar como pesquisador e ao professor Adriano Sant’Ana por disponibilizar o laboratório para execução das análises.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. E. C.; FAGHERAZZI, A. F.; VIGNOLO, G. K. Morangos tem produção crescente. **Campo & Lavoura**, Anuário HF 2017, n. 1, p. 96-102, 2017.
- ARAÚJO, C. S. *et al.* Cinética de secagem de acerola em leito de espuma e ajuste de modelos matemáticos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2016152, 2017a.
- ARAUJO, W. D. *et al.* Modelagem matemática da secagem dos frutos de amendoim em camada delgada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 448-457, 2017b.
- AZZOUZ, S. *et al.* Moisture diffusivity and drying kinetic equation of conective drying of grapes. **Journal of Food Engeneering**, v. 55, n. 4, p. 323-330, 2002.
- CAMELO, R. S. S. *et al.* Cinética de secagem da banana prata (*Musa spp.*) em secador híbrido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, p. 353-360, 2019.
- CARLOS, S. A.V. *et al.* Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. **Evidência**, v. 19, n. 1, p.23-44, 2019.
- CHONG, C. H.; LAW, C. L. Drying of Exotic Fruits. *In*: JANGAM, S. V.; LAW, C. L.; MUJUMDAR, A. S. **Vegetables and Fruits**. 2. ed. Singapore, 2011. cap. 1, p. 1-42.
- CÓL, C. D. *et al.* Foam-mat drying of bacaba (*Oenocarpus bacaba*): Process characterization, physicochemical properties, and antioxidant activity. **Food and Bioproducts Processing**. v. 126, p. 23-31, 2021.
- FAO. **The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture**. Rome: FAO 2020. 210p.

- 415 FEITOSA, R. M. *et al.* Secagem e caracterização da polpa de murta. **Revista Brasileira de**
416 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12, p. 858-864, 2017.
- 417 FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed.
418 Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.
- 419 FRANCO, T. S. *et al.* Effect of Process Parameters on Foam Mat Drying Kinetics of Yacon
420 (*Smallanthus sonchifolius*) and Thin- Layer Drying Modeling of Experimental Data. **Journal**
421 **of Food Process Engineering**, v. 4, n. 1, e12264, 2015.
- 422 FREITAS, B. S. M. *et al.* Caracterização físico-química de cajá (*Spondias mombin L.*) seco
423 por camada de espuma em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia**
424 **Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 430-435, 2018.
- 425 GUSSO, A. P. MATTANA, P. RICHARDS, N. Yacon: benefícios à saúde e aplicações
426 tecnológicas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 912-919, 2015.
- 427 HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory. Temperature effect on drying
428 coefficient. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 6, n. 3, p. 169-174,
429 1961.
- 430 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. **Área, Produção e Rendimento**
431 **Médio - Confronto das safras de 2020 e das estimativas para 2021**. Disponível em: <
432 [https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados)
433 [sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados)>. Acesso em: 11 abril 2021.
- 434 KARUNARATHNA, B; MAYOORY, J. Effect of diferente fertilizers on yellow passion fruit
435 (*passiflora edulis*) seedling growth in sandy regosol. **International Journal of Advanced**
436 **Research and Review**, v. 3, n.11, p. 20-24, 2018.
- 437 LEITE, D. D. F. *et al.* Modelagem matemática da cinética de secagem das sementes
438 germinadas de jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n.
439 3, p. 361-369, 2019.

- 440 LI, T. S. *et al.* Effect of gum Arabic concentrations on foam properties, drying kinetics and
441 physicochemical properties of foam mat drying of cantaloupe. **Food Hydrocolloids**. v. 116,
442 e106492, 2021.
- 443 OLIVEIRA, G. H. H. *et al.* Modelagem e propriedades termodinâmicas na secagem de
444 morangos. **Braz. J. Food Technol.**, v. 18, n. 4, p. 314-321, 2015
- 445 OZDEMIR, M.; DEVRES, Y. O. The thin-layer drying characteristics of hazelnuts during
446 roasting. **Journal of Food Engineering**, v. 42, n. 4, p. 225-233, 1999.
- 447 PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin**
448 **layers**. West Lafayette: Purdue University, 1949. 44 p.
- 449 SANGAMITHRA, A. *et al.* Foam Mat Drying of Food Materials: A Review. **Journal of**
450 **Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 6, p. 3165-3174, 2014.
- 451 SOARES, A. G.; JÚNIOR, M. F. Perdas de frutas e hortaliças relacionadas às etapas de
452 colheita, transporte e armazenamento. *In*: ZARO, M. **Desperdício de alimentos: velhos**
453 **hábitos, novos desafios**. 1. ed. Caxias do Sul: Educs, 2018. cap. 2, p. 21-37.
- 454 TORRES-VALENZUELA, L. S.; VILLAMIZAR, R.; ÁNGEL-RENDÓN, S. Stabilization of
455 a functional refreshment from mango nectar and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) through
456 spray drying encapsulation. **Functional Foods in Health and Disease**, v. 4, n. 2, p. 77- 86,
457 2014.
- 458 TOSTES, M. G. V. *et al.* Yacon effects in immune response and nutritional status of iron and
459 zinc in preschool children. **Nutrition**, v. 30, n. 6, p. 666-672, 2014.
- 460 VAN ARSDEL, W. B. **Food dehydration**. 2 ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing
461 Company, 1964. 721 p.
- 462
- 463

ANEXO I - Normas da Revista

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

DIGITAÇÃO: no máximo 30 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

ESTRUTURA: o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

TÍTULO: deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no máximo 15 palavras. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada, somente quando aprovado para publicação) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

AUTORES: na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final do artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "*". Só serão aceitos artigos com mais de oito autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).

RESUMO e ABSTRACT: devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo 250 palavras.

PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS: devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada palavra-chave e key word deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

INTRODUÇÃO: deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de 550 palavras.

CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO: a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas. Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE: havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, em ordem alfabética, independente do ano de publicação.

Ex: (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

SIGLAS: quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

Ex: De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

TABELAS: devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

FIGURAS: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação. Obs.: As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

EQUAÇÕES: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt Subscrito/sobrescrito = 8 pt Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

ESTATÍSTICA:

Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;

Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;

Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;

Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.

É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.

Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato: $y = a + bx + cx^2 + \dots$;

O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

CONCLUSÕES: quando escritas em mais de um parágrafo devem ser numeradas.

AGRADECIMENTOS: logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

REFERÊNCIAS: são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10

ANOS. Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros. Não serão aceitas nas referências citações de Resumos, Anais, Comunicados Técnicos, Monografias, Dissertações e Teses. Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

Alguns exemplos:

Livro

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. Beef cattle. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

Capítulo de livro

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. Melhoria e produção do milho. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

Artigo de revista

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. et al. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 3, p. 280- 287, 2006.

UNIDADES e SÍMBOLOS: As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	m s ⁻¹	343 m s ⁻¹
Aceleração	---	m s ⁻²	9,8 m s ⁻²
Volume	metro cúbico, litro	m ³ , L*	1 m ³ , 1 000 L*
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	kg m ⁻³	1.000 kg m ⁻³
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	Pa	1,013.10 ⁵ Pa
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	J (kg °C) ⁻¹	4186 J (kg °C) ⁻¹
Calor latente	---	J kg ⁻¹	2,26. 10 ⁶ J kg ⁻¹
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	Ω	29 Ω
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	W m ⁻²	1.372 W m ⁻²
Concentração	mol/metro cúbico	mol m ⁻³	500 mol m ⁻³
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metro	dS m ⁻¹	5 dS m ⁻¹
Temperatura	grau Celsius	°C	25 °C
Ângulo	grau	°	30°
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em seqüência devem ser separados por ponto e vírgula (;).

Ex: 2,5; 4,8; 25,3.