



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE
PRODUTOS AGRÍCOLAS**

PRODUÇÃO DE FARINHA OBTIDA DE BROTOS DE PALMA

EMMANUEL MOREIRA PEREIRA

**CAMPINA GRANDE - PB
FEVEREIRO/2016**

EMMANUEL MOREIRA PEREIRA

PRODUÇÃO DE FARINHA OBTIDA DE BROTOS DE PALMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas.

Orientadores: Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva

Prof^a. Dra. Josivanda Palmeira Gomes

**CAMPINA GRANDE - PB
FEVEREIRO/2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P436a Pereira, Emmanuel Moreira.
Área de concentração : processamento e armazenamento de produtos agrícolas / Emmanuel Moreira Pereira. – Campina Grande, 2016.
105 f. : il. Color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
"Orientação: Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva, Prof.^a Dr.^a Josivanda Palmeira Gomes".
Referências.

1. Secagem. 2. *Opuntia ficus indica* Mill. 3. *Nopalea cochenilifera*. 4. Cactácea. I. Silva, Wilton Pereira da. II. Gomes, Josivanda Palmeira. III. Título.

CDU 631.563.2(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

EMMAUEL MOREIRA PEREIRA

PRODUÇÃO DE FARINHA OBTIDA DE BROTOS DE PALMA

BANCA EXAMINADORA

Dr. Wilton Pereira da Silva
Orientador - UAF/UFCG

Dr. Josivanda Palmeira Gomes
Orientadora - UAEA/UFCG

Dr. Jossyl Amorim Ribeiro de Souza
Examinador - UAF/UFCG

Dr. Cleide Maria Diniz Pereira da Silva e Silva
Examinadora - UAF/UFCG

PARECER

Aprovado

Aprovado

Aprovado

Aprovado

FEVEREIRO DE 2016

"Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes."

(Isaac Newton)

"Arrisque-se, cometa erros. Assim é que se cresce. A dor alimenta nossa coragem. Precisamos falhar para praticar a coragem."

(Mary Tyler Moore)

“ Tudo é do Pai, toda honra e toda glória; é Dele a vitória alcançada em minha vida.”

(Padre Fábio de Melo)

Primeiramente a Deus, pois sempre foi meu pilar nos momentos mais difíceis, dando-me força e perseverança.

A meus pais, Joaquina e Flamaliel e a meu irmão Ivo Lucas, por serem as pessoas mais importantes para mim e os que me ensinaram os valores da vida, sinônimos de honestidade, humildade e amor. Obrigado por serem exemplo de perfeição e dedicação a nossa família.

*In memória do meu avô, Gregório Moreira, minha tia avó Maria de Lurdes, ao meu padrinho João Benicio e meu tio Ricardo, pois sempre encontrei apoio e dedicação; enfim aos colegas ausentes Kalar Raquel e Francimar Baubino, pelos quais sempre senti grande estima e admiração.
Eternas Saudades*

Dedico

Agradecimentos

A Deus, que sempre esteve presente em minha vida, possibilitando esta conquista.

A minha família, Joaquina (mãe), Flamaliel (pai) e Ivo Lucas (irmão) que sempre apoiaram e dedicaram suas vidas à minha educação não medindo esforços para que pudesse concluir a pós-graduação. A meus avós paternos, Maria e Ivo; e maternos maternos, Francisca e Gregório, a minha madrinha Socorro, pelas palavras sábias que sempre me estimularam a estudar e seguir em frente; aos tios, Francisco, Duda, Ivo Junior, Fabiana, Fabiano, Sandra, Filomena, Renato, Micherlândia, Romério, Corrinha, Girlan, Adalberto, Eliete, Nina e Welinton, pelo estímulo e apoio à educação. Aos primos, Bárbara, Ítalo, Thaluya, Junior, Rayssa e Igor, pelo apoio.

A minha namorada Ana Paula, que partilhou momentos de grande felicidade e angústia, estando sempre ao meu lado.

Aos meus orientadores Wilton Pereira da Silva e Josivanda Palmeira Gomes, que sempre me deram apoio me orientando a traçar os melhores caminhos.

Aos colegas de trabalho Hemmannuella Costa, Fillipe, Guilherme, Leandro, Francisco, Hugo Almeida, Fatima, Gilvaneide, Geíza, Fernando, Suzi, Kilma, Selma e Thatiana, aos quais tenho imensa admiração e estima, o meu muito obrigado pelo apoio durante esta árdua caminhada.

Aos amigos Jessica, Brunno, Nanda, Vinicius, Artur, Valeria, Bruna, Fernando Fernandes, Gentil, Anderson, Pedro, Lígia, Hamurabi, José Wagner, Wiaslan, Érika, Clementino, Aline, Raimundo, Tarciso e Daniel, que estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis da minha pós-graduação e sempre torceram e me deram forças para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.

Aos professores Franciscleudo Bezerra, Alcides, Francisco Gomes, Rosilene (Rosinha), Patrício Maracajá, que sempre contribuíram com a minha formação profissional.

Aos colegas Anderson, Marcio, Mykéias, Joelinton, Yvana, Manoel Tolentino, Inácia, Daise, Tharcia Kiara, e Francisco de Assis, quero agradecer por todo esforço e contribuição que me deram, o esforço realizado valeu a pena. Um muito obrigado.

À equipe do PROBEX (UFPB/CCHSA), Vanessa, Maria José, Isabel e Amanda, pelo apoio.

Aos colegas de curso de que sempre terei grandes recordações e saudade.

A todos os professores do curso tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram de alguma forma ao longo desta trajetória.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo Geral.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Origem e distribuição da palma.....	3
2.2 Taxonomia, aspectos anatômicos e morfológicos da palma.....	4
2.2.1 <i>Opuntia ficus indica</i> Mill.....	6
2.2.2 <i>Nopalea cochenilefera</i>	7
2.3 Condições edafoclimáticas para o cultivo da palma	7
2.4 Importância sócio econômica da palma para o semiárido brasileiro	8
2.5 Usos e aplicações de brotos de palma.....	9
2.6 Qualidade de brotos de palma	10
2.7 Processamento mínimo.....	12
2.8 Secagem.....	13
2.9 Modelos matemáticos	15
2.10 Trabalhos relacionados com secagem	16
2.11 Farinha.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Área experimental.....	19
3.2 Experimento	19
3.3 Processamento mínimo	19
3.3.1 Recepção.....	20
3.3.2 Seleção e lavagem	20
3.3.3 Padronização do tamanho	20
3.3.4 Processamento mínimo	20

3.3.4 Sanitização, enxágue e drenagem	21
3.4 Secagem, análises químicas, microbiológicas e toxicológicas de brotos minimamente processado e em forma de farinha....	21
3.4.1. Secagem.....	21
3.4.2. Trituração.....	22
3.4.3 Determinações químicas	22
3.4.3.1 Sólidos solúveis	22
3.4.3.2 pH	22
3.4.3.3 Acidez titulável	22
3.4.3.4 Teor de vitamina C.....	22
3.4.3.5 Clorofila	23
3.4.3.6 Umidade	23
3.4.3.7 Cinzas	23
3.4.3.8 Proteínas	23
3.4.3.9 Lipídeos	23
3.4.3.10 Carboidratos.....	23
3.4.3.11 Compostos fenólicos.....	23
3.4.3.12 Açúcares totais.....	24
3.4.3.13 Flavonoides totais e antocianinas.....	24
3.4.4 Análises microbiológicas	23
3.4.4.1 Coliformes a 45° C	24
3.4.4.2 <i>Salmonella</i> sp	25
3.4.5 Avaliação do potencial toxicológico.....	25
3.4.5.1 Incubação	25
3.4.5.2 Exposição	25
3.4.5.3 Contagem	25
3.4.5.4 Determinação toxicológica aguda em camundongos.....	25
3.5 Modelos Matemáticos	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Caracterização dos brotos minimamente processados.....	28
4.1.1 Avaliação microbiológica	28
4.1.2 Teste de toxicidade.....	28
4.1.3 Determinações químicas.....	29

4.2 Modelagem	31
4.3 Determinações toxicológicas em farinha de broto de palma.....	41
4.3.1 Teste de toxicidade frente à <i>Artemia Salina</i>	41
4.3.2 Teste de toxicidade aguda com camundongos.....	42
4.4 Determinações químicas em farinha de broto de palma	45
4.4.1 Proteína.....	45
4.4.2 Lipídeos.....	46
4.4.3 Carboidratos.....	48
4.4.4 Cinzas	49
4.4.5 Umidade.....	50
4.4.6 Sólidos solúveis	52
4.4.7 pH	53
4.4.8 Acidez titulável.....	54
4.4.9 Vitamina C.....	55
4.4.10 Açúcares totais	57
4.4.11 Clorofila a	58
4.4.12 Clorofila b.....	60
4.4.12 Clorofila total	61
4.4.13 Antocianinas	62
4.4.14 Compostos fenólicos.....	63
4.4.15 Flavonoides	65
5. CONCLUSÕES.....	67
6. Sugestões para trabalhos futuros	68
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICES	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Fluxograma operacional do processo de obtenção de farinha de broto de palma minimamente processado.....	20
Figura 3.2	Broto de palma com 2 mm de espessura.....	21
Figura 4.1	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D).....	34
Figura 4.2	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Wang e Singh.....	35
Figura 4.3	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Page.....	38
Figura 4.4	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Wang e Singh.....	39
Figura 4.5	Ajuste do modelo de Page aos dados da curva de secagem de brotos de palma Gigante (5 A) e Miúda (5 B) nas condições de 50, 60, 70 e 80 °C.....	40
Figura 4.6	Teor de proteína em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	45
Figura 4.7	Teor de lipídeos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	47
Figura 4.8	Teor de carboidratos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	48
Figura 4.9	Teor de cinzas em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	49
Figura 4.10	Teor de umidade em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	51
Figura 4.11	Teor de sólidos solúveis (SS) em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	52

Figura 4.12	Valores de pH em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	53
Figura 4.13	Teor de acidez titulável (% ácido málico) em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	54
Figura 4.14	Teor de vitamina C em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	56
Figura 4.15	Teor de açúcares totais em farinhas de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	57
Figura 4.16	Teor de clorofila a em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	59
Figura 4.17	Teor de clorofila b em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	60
Figura 4.18	Teor de clorofila total em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	61
Figura 4.19	Teor de antocianinas em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	62
Figura 4.20	Teor de compostos fenólicos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	64
Figura 4.21	Teor de flavonoides em farinha de broto de palma „Gigante“ (A) e “Redonda” (B), obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	65
Figura A.1	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis.....	83
Figura A.2	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Lewis.....	84
Figura A.3	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Peleg.....	85

Figura A.4	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Silva et ali.....	86
Figura B.1	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis.....	88
Figura B.2	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Lewis.....	89
Figura B.3	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Peleg.....	90
Figura B.4	Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Silva et ali.....	91
Figura C.1	Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa com animais.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Área de palma cultivada em diversos países - Flores et al. (1993).....	04
Tabela 2.2	Comparação do broto de palma, alface e espinafre – Cantwell (2001).....	11
Tabela 2.3	Comparação do valor nutritivo do broto de palma forrageiro com algumas olerícolas – Guedes (2004).....	12
Tabela 3.1	Divisão dos animais por grupos.....	26
Tabela 3.2	Modelos empíricos utilizados para descrição da quantidade de água em brotos de palma minimamente processados – Rodrigues (2015).....	27
Tabela 4.1	Análise microbiológica realizada em broto de palma minimamente processado.....	28
Tabela 4.2	Valores de DL ₅₀ calculados para broto de palma minimamente processados “Gigante” e “Miúda” com respectivos limites de confiança...	29
Tabela 4.3	Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas de brotos de palma minimamente processados.....	30
Tabela 4.4	Parâmetros de ajuste dos modelos experimentais aos dados da secagem de brotos de palma gigante, minimamente processados nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	31
Tabela 4.5	Parâmetros de ajuste dos modelos aos dados experimentais da secagem de brotos de palma miúda, minimamente processados nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.....	36
Tabela 4.6	Valor de DL ₅₀ calculados para farinha de broto de palma Gigante e Miúda, minimamente processados em diferentes temperaturas com respectivos limites de confiança.....	41
Tabela 4.7	Evolução dos pesos ponderal inicial e final dos grupos machos.....	43
Tabela 4.8	Evolução dos pesos ponderal inicial e final dos grupos fêmeas.....	43
Tabela 4.9	Valores médios do peso absoluto e relativo dos órgãos (fígado e rim) dos animais machos e fêmeas, controle e tratados com farinha de palma.....	44
Tabela 4.10	Consumo de alimento (média ± Dp.) entre camundongos albinos machos e fêmeas, sem e com varinha de palma.....	44

Tabela D.1	Dados de secagem em temperatura de 50 °C em brotos de palma Gigante.....	95
Tabela D.2	Dados de secagem em temperatura de 60 °C em brotos de palma Gigante.....	96
Tabela D.3	Dados de secagem em temperatura de 70 °C em brotos de palma Gigante.....	97
Tabela D.4	Dados de secagem em temperatura de 80 °C em brotos de palma Gigante.....	98
Tabela E.1	Dados de secagem na temperatura de 50 °C em brotos de palma Miúda...	100
Tabela E.2	Dados de secagem na temperatura de 60 °C em brotos de palma Miúda...	101
Tabela E.3	Dados de secagem na temperatura de 70 °C em brotos de palma Miúda...	102
Tabela E.4	Dados de secagem na temperatura de 80 °C em brotos de palma Miúda...	103
Tabela F	Análise estatística em farinha de brotos de palma minimamente processados em diferentes temperaturas a nível de 5% pelo teste de Tukey.....	105

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a_w -	Atividade de água.....	[-]
σ -	Quantidade de água inicial.....	[%]
δ -	Valor de equilíbrio do ganho de sacarose.....	[%]
X -	Teor de água inicial.....	[-]
X^* -	Razão de umidade	[-]
X_e -	Teor de água de equilíbrio.....	[%]
X_o -	Teor de água inicial	[%]
χ^2 -	Qui-quadrado.....	[-]
X^*_{pre} -	Razão de umidade predita	[-]
X^*_{exp} -	Razão de umidade experimental	[-]
R^2 -	Coeficiente de determinação.....	[-]
\bar{y} -	y médio.....	[-]
\hat{y} -	y estimado	[-]

RESUMO

PEREIRA, Emmanuel Moreira. **Produção de farinha obtida de brotos de palma.** Dissertação, 103p. (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – PB, 2016.

A produção de farinha de broto de palma apresenta-se como mais uma alternativa de utilização dessa cactácea, atrelada ao processamento mínimo que confere qualidade ao material minimamente processado. Deste modo, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar o processo tecnológico envolvido na obtenção de farinha de brotos de palma minimamente processados. Os brotos utilizados foram provenientes de uma área experimental pertencente ao CCTA. Foram utilizadas duas cultivares diferentes, provenientes de dois gêneros distintos de palma (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenilifera*) e a secagem foi feita em diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C). Foram utilizados os modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Peleg, Page e Silva et alii, para descrição da quantidade de água em brotos de palma minimamente processados. Determinou-se a potencialidade toxicológica dos brotos minimamente processados e em forma de farinha, tal como sua caracterização microbiológica e físico-química. Os brotos de palma minimamente processados não apresentaram toxicidade nem contaminação de coliformes a 45 °C e *Salmonella sp.* O modelo que apresentou os melhores ajustes foi o de Page. A farinha obtida com o broto de palma Gigante na temperatura de 60 °C apresentou os melhores percentuais físico-químicos. A farinha obtida com o broto de palma Miúda na temperatura de 50 °C também apresentou bons percentuais físico-químicos. Não se observou efeito tóxico frente ao teste agudo realizado com camundongos nas farinhas obtidas nas temperaturas de 60 °C para os brotos de palma gigante e de 50 °C para os brotos de palma Miúda.

Palavras chaves: Secagem, cactácea, qualidade, *Opuntia ficus indica* Mill, *Nopalea cochenilifera*.

ABSTRACT

PEREIRA, Emmanuel Moreira. **Production of flour obtained from palm buds.** Dissertation, 122p. (Graduate Program in Agricultural Engineering) Federal University of Campina Grande – UFCG – PB, 2016.

The production of palm bud flour is presented as an alternative to using this cactus, pegged to the fresh cut, which gives quality to minimally processed material. Thus, the aim of this study was to evaluate the technological process involved in obtaining flour fresh cut palm buds. The shoots used were from an experimental area belonging to the CCTA. Two different cultivars were used from two different genera palm (*Opuntia ficus indica* Mill and *Nopalea cochenilifera*), drying was performed at different temperatures (50, 60, 70 and 80 °C). Lewis models were used, Henderson and Pabis Wang and Singh, Peleg Page e Silva et al, for a description of the amount of water in minimally fresh cut buds. The potential toxicity of buds and minimally processed form of flour as well as microbiological and physico-chemical characterization is determined. The minimally processed palm buds showed no toxicity and no contamination of coliforms at 45 °C and *Salmonella* sp. The model that best fits us was to Page. The flour obtained with palm buds Giant at 60 °C showed the best physical and chemical percentages. The flour obtained from palm buds “Miúda” at 50 °C also showed good physical and chemical percentages. It was observed done against acute toxic test with mice in the flours obtained at temperatures of 60 °C for giant palm shoots and 50 °C for palm buds “Gigante”.

Key words: Drying, cactus, quality, *Opuntia ficus indica* Mill, *Nopalea cochenilifera*.

1. INTRODUÇÃO

Nas regiões semiáridas as atividades agrícolas devem ser manejadas de maneira que o sistema de produção seja o mais sustentável possível. Para isto, é essencial o uso de espécies adaptadas às condições climáticas reinantes com destaque para altas temperaturas e déficit hídrico (PINHEIRO et al., 2014). A palma se apresenta como alternativa de grande relevância no âmbito do cenário do semiárido brasileiro, como detentora de um grande potencial produtivo no seu leque de utilização na alimentação humana, animal e fabricação de subprodutos.

Sua rusticidade se dá pela alta taxa de conversão de água em matéria seca através de suas características fisiológicas, como o metabolismo MAC (metabolismo ácido das crassuláceas) e inúmeras são as suposições quanto à baixa exigência hídrica da palma (SILVA et al., 2014). De acordo com Fisher et al. (1978), as plantas que utilizam o MAC tem uma eficiência 11 vezes maior no uso de água do que plantas de metabolismo C_3 . Esses autores ainda afirmam que a eficiência do uso de água (kg de água/kg de matéria seca) é de 617, 300 e 50 para plantas que tem o metabolismo fisiológico C_3 , C_4 e MAC, respectivamente. O seu órgão de reserva de água, popularmente conhecido como cladódio é provido de células parenquimáticas aquíferas, as quais armazenam água possuindo uma espessa cutina que reduz a perda de água para o ambiente, caracterizando essa cactácea como o exemplo perfeito de rusticidade e eficiência no uso de água.

As condições climáticas exercem forma influência no crescimento e no desenvolvimento da palma forrageira. Conforme pesquisas realizadas no México, existem correlações significativas entre as variáveis temperatura, produção e absorção de nutrientes (ORONA-CASTILLO et al., 2004).

Seu consumo vem ganhando espaço entre as hortaliças convencionais, destacando-se pela facilidade de preparo, produção rápida e pela sua rusticidade no cultivo.

A agregação de valor com o processamento mínimo de brotos de palma já é uma prática conhecida e descrita em alguns trabalhos científicos. Como retratam Pereira et al. (2013) o processamento mínimo de broto de palma forrageira se apresenta como inovação no seu preparo para a alimentação humana, uma vez que a mesma é uma técnica que facilita o dia a dia.

Nesse contexto, os objetivos deste trabalho são definidos a seguir.

1.1 Objetivo geral

- ✓ Descrever o processo tecnológico envolvido na obtenção de farinha de brotos de palma minimamente processados.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar as características físico-químicas dos genótipos de brotos de palma minimamente processados e em forma de farinha;
- ✓ Determinar as características microbiológicas dos genótipos de brotos de palma minimamente processados;
- ✓ Elaborar um fluxograma operacional para o processamento mínimo de brotos de palma;
- ✓ Determinar o potencial toxicológico dos genótipos de brotos de palma minimamente processados e em forma de farinha;
- ✓ Descrever o processo de secagem de brotos de palma por meio de modelos matemáticos;
- ✓ Determinar qual o modelo que apresentou o melhor ajuste para a cinética de secagem de brotos de palma Gigante e Miúda minimamente processados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e distribuição

A palma cactácea exótica, originária do México (HOFFMANN, 2001) está presente em todos os continentes. Esta planta é utilizada para diversas finalidades entre elas a alimentação animal e humana, produção de energia, função medicinal, elaboração e composição de cosméticos (SÁENZ HERNÁNDEZ, 2001).

Esta espécie, uma das plantas mais destacadas do império Asteca, originalmente cultivada somente no continente Americano, encontra-se atualmente distribuída em todo o mundo desde o Canadá (latitude 59°N) até a Argentina (latitude 52°S), do nível do mar aos 5100 m de altitude no Peru. Da Europa, para onde foi levada desde 1520, esta cactácea mexicana se espalhou a partir do Mediterrâneo, para a África, Ásia e a Oceania (HOFFMANN, 2001).

Analisando o histórico da palma forrageira (*O. ficus-indica* e *N. cochenillifera*) no Brasil, especialmente no nordeste, nota-se que existem muitas controvérsias entre os autores. Segundo Pessoa (1967), a palma inicialmente foi cultivada com objetivo de hospedar o inseto denominado cochonilha do carmim [*Dactylopius coccus* Costa (Homóptera, Dactylopiidae)], que não causa danos à planta, quando bem manejada, e é produtor de um corante vermelho (carmim) o que resultou em uma ação sem sucesso. Com este insucesso, a palma passou a ser cultivada como planta ornamental quando, um dia, por acaso, se verificou que era forrageira despertando interesse dos criadores que passaram a cultivá-la com intensidade.

Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semiárido do nordeste brasileiro. Seu cultivo no nordeste do Brasil, com a finalidade forrageira, começou no início do século XX, o mesmo acontecendo nas regiões áridas e semiáridas dos Estados Unidos, África e Austrália (TEIXEIRA et al., 1999).

Na Tabela 2.1 pode-se verificar que o Brasil é o país que possui a maior área cultivada de palma forrageira (FLORES e GALLEGOS, 1993) e que a área de palma tem aumentado nos períodos de seca mais prolongados.

Tabela 2.1: Área de palma cultivada em diversos países.

País	Região	Ano	Área (ha) e características
Espanha	Andalúcia Balears Canárias	1986	(5.800). Produção: 1960 = 60 t e 1984 = 220 t
Itália	Sicília Península sul	1989	(8.022). 2.500 ha como cultivo principal.
Portugal	Madeira - Mínima.	-	Auto-consumo.
Israel	Neguev	1992	(300). Mercado interno.
Brasil	Ceará Pernambuco Minas Gerais	1992	(460.000). Forragem, pouco uso de frutos.
Peru	Acucho	1992	(46.000). Para a produção de cochonilha (80kg/ha).
México Centro	Centro-Norte	1993	(50.000). Frutos para mercado interno e exportação (10.000 de verdura e 3.000.000 de cultivares silvestres).
Estados Unidos	Califórnia	1993	(<300). Mercado interno e exportação esporádica para o Japão.
Bolívia	-	1993	(5.000). Exportação
África do Sul	Bloefontein Pretória Johanesburgo	1993	(145.000). Forragem e frutos para consumo local e exportação para Inglaterra e França.
Egito, Líbia, Tunísia, Argélia e Marrocos	-----	-	(60.000). Forragem, controle de erosão e consumo local de frutos.
Colômbia	Antioquia Bodaca Guajira	-	(300). Exportação
Argentina	-	-	(10.000). Forragem e frutos.
Chile	Til-Til Pudahuel Noviciado	-	(1.000). Frutos no inverno.

Fonte: Flores e Gallegos (1993).

2.2 Taxonomia, aspectos anatômicos e morfofisiológicos da palma

As palmas forrageiras pertencem à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família Cactaceae.

Existem três tipos mais comuns de palma cultivada no Nordeste do Brasil: a palma gigante, a palma redonda e a palma miúda (SILVA et al., 2015).

As espécies *Opuntia ficus indica* Mill. cvs. Gigante (OP) e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck cv. Miúda (NP) são as variedades mais plantadas na região Nordeste do Brasil, sendo que a espécie Miúda é plantada em larga escala no estado de Alagoas enquanto que nos outros estados nordestinos predomina o plantio de cultivares da variedade OP (SANTOS et al., 2010). A espécie *Opuntia ficus-indica*, também é conhecida como palma-graúda, palma-da-índia, palma grande, palmatória, palma redonda, palma-santa, palma sem-espinho, palma-azedo, cactus-burbank, figo-da-índia, figueira-da-barbaria, figueira-da-índia, figueira-do-inferno, figueira-moura e tuna-de-castilha (ARAÚJO FILHO, 2000).

A família cactácea possui cerca de 130 gêneros e 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* Mill (MOHAMED-YASSEEN et al., 1996). O gênero *Opuntia*, bem como o *Nopalea*, são os mais importantes devido à sua utilidade para o homem (VALDEZ e OSORIO, 1997). Entre as espécies selvagens e cultivadas mais utilizadas 12 espécies pertencem à *Opuntia* e uma *Nopalea*. Segundo Bravo-Hollis (1978) as palmas forrageiras pertencem à classe Liliatae; família Cactaceae; subfamília Opuntioideae, tribu Opuntiae; gênero *Opuntia*, subgênero *Opuntia* e *Nopalea*; do reino Vegetal; sub-reino Embryophita; divisão Angiospermae. O êxito ecológico pode, do ponto de vista evolutivo, pode ser atribuído à forte associação com os animais durante a reprodução (REYES-AGUERO et al., 2005).

Os órgãos tipo caule, conhecidos botanicamente como cladódios e vulgarmente como brotos, são suculentos se apresentam de forma oval a alongada, alcançando de 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e de 1,9 a 2,8 cm de espessura em torno de 90 dias. Os brotos jovens possuem cor variando de verde-escuro a verde-claro que, com o passar do tempo, se tornam esbranquiçados ou acinzentados devido à lignificação dos mesmos, transformando-se em verdadeiros caules lenhosos (SHEINVAR, 2001; SÁENZ, 2006).

Os brotos ou cladódios são protegidos por uma cutícula espessa, coberta por uma estrutura cerosa que diminui a perda de água por transpiração e protege contra o excesso de radiação solar. Esses órgãos também apresentam grande capacidade de armazenar água uma vez que têm parênquima abundante de células que contêm grandes vacúolos (SÁENZ, 2006).

As aréolas, botões meristemáticos de onde emergem estruturas como espinhos, flores, novos brotos e gloquídios (pelos espinhosos) são piriformes e estão presentes em ambos os lados dos cladódios. Os espinhos são quase ausentes e quando presentes medem até

aproximadamente 1 cm de comprimento. Já os gloquídios são curtos, esclerificados e numerosos quando comparados com os espinhos, e cuja superfície é coberta de escamas barbadas (HILLS, 2001).

Os estômatos estão distribuídos uniformemente sobre ambos os lados da superfície do caule, estando dispersos aleatoriamente, em pequeno número por unidade de área com a particularidade de permanecerem fechados durante o dia e se abrindo à noite impedindo a perda de água por transpiração durante o dia e permite a entrada de dióxido de carbono (CO₂) no período da noite, matéria-prima indispensável para a realização da fotossíntese (HILLS, 2001; NOBEL, 2001).

É uma cultura já bem adaptada ao semiárido nordestino, que tem as condições edafoclimáticas caracterizadas por solos rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica porém ricos em minerais solúveis e pH próximo de sete (OLIVEIRA, 2011). As cactáceas são possuidoras de mecanismos morfológicos e fisiológicos que permitem a absorção de água da mais ligeira chuva e reduzem a sua evaporação ao mínimo. A grande maioria das *Opuntias* sobrevive a prolongadas secas. Dessas, a *Opuntia ficus-indica* é a mais importante das cactáceas utilizadas na agricultura (KIESLING, 2001). Esta planta é detentora do processo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC/CAM) que apresenta alta eficiência no uso da água em virtude da absorção do CO₂ no período noturno e sua transformação deste em biomassa pela luz do sol durante o dia, tornando-se uma cultura recomendada para ser explorada nas regiões áridas e semiáridas, onde a água é o principal fator limitante ao desenvolvimento da agropecuária (RAVETTA e MCLAUGHLIN, 1996; SINGH e SINGH, 2003; FARIAS et al., 2005).

A propagação da palma forrageira é feita por meio de sementes, mudas, enxertia e estaquia (KRULIK, 1980). A reprodução por sementes resulta em segregação genética, longa fase juvenil, diminuição na velocidade de crescimento das plantas e baixo potencial de germinação (MONDRAGON-JACOBO e PIMIENTA-BARRIOS, 1995; LLAMOCA-ZARATE et al., 1999).

2.2.1 *Opuntia ficus indica* Mill

A palma gigante, conhecida também por graúda, azeda ou santa, pertence à espécie *Opuntia ficus indica* Mill. É uma planta de porte bem desenvolvido e caule menos ramificado, o que lhes transmite um aspecto mais ereto e crescimento vertical pouco frondoso (CAVALCANTE et al. 2011). Seu cladódio pesa cerca de 1 kg, apresentando até 50 cm de

comprimento, forma oval ou subovalada, coloração verde-fosco. As flores são hermafroditas, de tamanho médio, coloração amarela brilhante e cuja corola fica aberta na antese. O fruto é uma baga ovalada, grande, de cor amarela, passando à roxa quando madura. Esta palma é considerada a mais produtiva e mais resistente às regiões secas; no entanto, é menos palatável e de menor valor nutricional (PUPO, 1979).

2.2.2 *Nopalea cochenilifera*

As palmas doce ou miúda da espécie *Nopalea cochenilifera*, são plantas com porte pequeno e caule bastante ramificado. Sua raquete pesa cerca de 350 g, possuem quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente ovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante (CAVALCANTE et al. 2011). As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo cujo fruto é uma baga de coloração roxa. Comparando com a *Opuntia ficus indica* Mill, esta é a mais nutritiva e apreciada pelo gado (palatável) porém apresenta menor resistência à seca. Nos dois tipos as raquetes são cobertas por uma cutícula que controla a evaporação, permitindo o armazenamento de água de 90-93% de água (PUPO, 1979).

2.3 Condições edafoclimáticas para o cultivo da palma

As condições edáficas do semiárido são caracterizadas por solos rasos, pedregosos ou arenosos, com pouca matéria orgânica porém ricos em minerais solúveis e pH próximo à neutralidade. Desde que sejam férteis, podem ser indicadas áreas de textura arenosa a argilosa sendo, porém mais frequentemente recomendados os solos argiloarenosos. Além da fertilidade é fundamental também que os mesmos sejam de boa drenagem, uma vez que áreas sujeitas a encharcamento não se prestam ao cultivo da palma. Deve-se evitar o plantio em áreas morfologicamente e nutricionalmente pobres pois a palma não tolera terras duras e pedregosas, pobres em nutrientes e salinas (LOPES, 2012).

Segundo Santos et al. (2002) a palma forrageira é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo.

A adubação pode ser orgânica e/ou mineral. Em caso de se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado estrume bovino e caprino na quantidade de 10 a 30 t ha⁻¹ na época do plantio e a cada dois anos no período próximo ao início da estação chuvosa. O emprego da adubação orgânica, com 20 a 30 t ha⁻¹ de esterco de curral bem curtido associada à adubação mineral (100 kg de N ha⁻¹, além de fósforo, potássio e calcário de acordo com a análise de

solo e espaçamento), na cultura da palma forrageira no plantio e após cada colheita, pode propiciar aumentos de mais de 100% na produção de forragem. Dependendo do espaçamento de plantio e do nível de fertilidade do solo, nos plantios mais adensados se indicam 30 t ha⁻¹ (SANTOS et al., 2002).

A palma é bem adaptada às condições do semiárido, suportando grandes períodos de estiagem devido às propriedades fisiológicas, caracterizadas por um processo fotossintético que resulta em grande economia de água. Contudo, o bom rendimento dessa cultura está climaticamente relacionado a áreas com 400 a 800 mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40% (VIANA, 1969) e temperatura diurna/noturna de 32 a 15 °C (NOBEL, 1995).

A palma apresenta maior eficiência no uso de água (100-150 kg H₂O m⁻¹), quando comparada com as leguminosas (700-800 kg H₂O m⁻¹) e gramíneas (250-359 kg H₂O m⁻¹), conforme o metabolismo fotossintético (LARCHER, 1986).

2.4 Importância socioeconômica da palma para o semiárido brasileiro

O cultivo da palma no semiárido brasileiro é uma ferramenta importante na sustentabilidade da pecuária regional. A diversificação de uso desta planta, representa uma opção de renda para os habitantes das regiões áridas e semiáridas (OLIVEIRA et al., 2010). Sendo está uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades utilizadas notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005). A cultura da palma pode colaborar positivamente para a viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades rurais do semiárido nordestino criando empregos, renda e produzindo alimentos (GALINDO et al., 2005).

Neste sentido, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação tem reconhecido o potencial da palma e sua importância no desenvolvimento de regiões áridas e semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies com consequências excelentes para o meio ambiente e para a segurança alimentar (FAO, 2001).

O cultivo da palma também ganha importância com o avanço da desertificação, em que o uso de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas possibilita o desenvolvimento sustentável (BARBERA et al., 2001).

No entanto, em se tratando de uma planta eficiente no que se refere à absorção e perda de água, e que prospera em solos de regiões semiáridas podendo alcançar elevada produtividade, ainda são poucas as pesquisas voltadas para o manejo cultural dessa cactácea,

tanto para o uso das frutas e dos cladódios na alimentação humana como para a fabricação de produtos diferenciados de maior valor agregado (FARIAS, 2013).

2.5 Usos e aplicações de brotos de palma

Desde o período pré-hispânico a palma forrageira é utilizada pelo homem no México, assumindo papel relevante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e o agave, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas no território mexicano (REINOLDS e ARIAS, 2008).

No Brasil, a palma forrageira foi introduzida em 1818, no Rio de Janeiro (LIRA et al., 2006) devido às condições edafoclimáticas. Estima-se que existam atualmente 500.000 ha cultivados com as espécies *O. ficus indica* (cv. Gigante e Redonda) e *N. cochenillifera* (cv. Miúda).

A maior área de palma forrageira no nordeste se concentra no agreste e no sertão dos estados de Alagoas e Pernambuco. A palma está presente em todos os continentes com diversas finalidades podendo ser usada na alimentação de ruminantes e humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação de solos, produção de biogás, cercas vivas e paisagismo, dentre outras. É a planta mais explorada e distribuída nas zonas áridas e semiáridas do mundo; contudo, sua real dimensão produtiva ainda não foi plenamente conhecida no nordeste (LEITE, 2006).

A grande diversidade de usos e aplicações da palma forrageira revela a versatilidade dessa espécie vegetal que, apesar de ser cultivada no semiárido paraibano para alimentação animal, não tem sua potencialidade explorada plenamente. Em consequência, vêm sendo desperdiçadas excelentes oportunidades para a melhoria dos índices sociais e econômicos desse espaço geográfico, mediante a geração de postos de trabalho, renda, oferta de alimentos e preservação ambiental (CHIACHIO et al., 2006).

A palma (*Opuntia e Nopalea*) é um alimento importante na atividade pecuária apresentando-se como alternativa para as regiões áridas e semiáridas do nordeste brasileiro por ser adaptada às condições climáticas da região apresentando aspecto fisiológico especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, suportando prolongados períodos de estiagem, podendo alcançar produtividade de até 40 t ha⁻¹ de matéria seca por colheita (SANTOS et al. 2006).

Famosa como alternativa para a alimentação dos animais durante o período de estiagem, a palma se tornou uma alternativa eficaz para combater a fome e a desnutrição no

semiárido/nordestino, além de ser uma importante aliada nos tratamentos de saúde. A palma forrageira é rica em vitaminas A, do complexo B C e minerais como cálcio, magnésio, sódio, potássio além de 17 tipos de aminoácidos. A palma é mais nutritiva que alimentos como a couve, a beterraba e a banana, com a vantagem de ser um produto mais econômico (NUNES, 2011).

Na alimentação humana são usadas, em geral em preparações culinárias os brotos da palma ou raquetes jovens (cladódios) denominados verdura e os frutos, ao natural ou processados. O uso da fruta da palma na alimentação humana era comum no México desde o período que antecedeu a colonização espanhola. Após a conquista na colonização mexicana a fruta manteve seu papel básico na dieta da população mexicana da época e, decorrido um século, já estava sendo consumida no Sul da Itália e na ilha da Sicília (REINOLDS e ARIAS, 2008).

O broto da palma pode ser usado para fazer sucos, saladas, pratos guisados, cozidos e doces. O preconceito é o maior obstáculo para fazer com que os sertanejos adiram a este alimento pois tradicionalmente a palma é apenas usada como ração animal. Em muitos países como o México, Estados Unidos e Japão a palma é considerada alimento nobre, servida em restaurantes e hotéis de luxo (NUNES, 2011).

Como alternativa de tratamento fitoterápico, estudos realizados mostram que a palma ajuda a eliminar as toxinas do álcool e do fumo que são absorvidas pelo organismo, a metabolizar a gordura do organismo, diminuir a concentração de açúcar no sangue, colaborando assim na redução das taxas de colesterol e no controle da diabete. Como possui muitas fibras solúveis e insolúveis, a palma colabora para o bom funcionamento do sistema digestivo além de impedir a concentração de elementos cancerígenos (NUNES, 2011).

2.6 Qualidade de brotos de palma

O cultivo de palma para a produção de verdura é desenvolvido em três sistemas de produção: palmais nativos selvagens, hortas familiares e plantios comerciais (SODI, 1964).

As raquetes ou brotos de palma devem ser colhidos de 30 a 60 dias após a brotação, com 80 a 120 gramas e 15 a 20 cm de comprimento, a fim de que possam ser utilizados como verdura na alimentação humana (FLORES VALDEZ, 2001).

Segundo Guedes (2004) o cladódio ideal para uso em preparações culinárias deve apresentar as seguintes características: tamanho da palma da mão de uma pessoa adulta, cor verde brilhante, sem espinhos e facilmente quebrável quando dobradas. Farias (2013)

avaliando os diferentes tamanhos de brotos em palma das cultivares Gigante e Redonda, verificou que os melhores tamanhos para colheita variam de 12 a 20 cm, sendo detentores das melhores qualidades químicas.

O uso do broto de palma ou verdura é basicamente, restrito ao México e outros países com influência mexicana (FLORES VALDEZ, 2001), havendo mais de 200 receitas de comidas à base de palma forrageira (GUEDES, 2004). Nos EUA e em alguns países europeus e asiáticos a verdura participa de receitas culinárias, consumidas esporadicamente como alimento exótico.

A composição química dos brotos é semelhante à da maioria dos vegetais, apresentando em média 85 a 92% de água, 4 a 6% de carboidratos totais, 4 a 6% de fibras, 1 a 2% de proteínas, minerais como o cálcio (1%) e potássio (166 mg (100 g)⁻¹), 10 a 15 mg (100 g)⁻¹ de vitamina C e 30 µg (100 g)⁻¹ de carotenoides (CANTWELL, 2001). Os brotos também apresentam, em sua constituição, flavonoides como kaempferol, isoramnetina e quercetina que se encontram na forma de agliconas, isto é, na forma de moléculas desprovidas de açúcares (VALENTE et al., 2010; MEDINA-TORRES et al. 2011).

As qualidades nutricionais do broto de palma são objetos das Tabelas 2.2 e 2.3, que estabelecem, ainda, uma relação com outros vegetais.

Tabela 2.2 – Comparação do broto de palma, alface e espinafre.

Componentes	Broto de palma	Alface	Espinafre
Água (%)	91,0	95,5	90,7
Proteínas (%)	1,5	1,0	3,2
Lipídeos (%)	0,2	0,1	0,3
Fibras cruas (%)	1,1	0,5	0,9
Carboidratos totais (%)	4,5	2,1	4,3
Cinzas (%)	1,3	0,5	1,8
Cálcio (mg (100 g)⁻¹)	90,0	19,0	99,0
Vitamina C (mg (100 g)⁻¹)	11,0	4,0	28,0
Carotenoides (µg/100 g)	30,0	19,0	55,0

Fonte: Cantwell (2001).

Tabela 2.3 - Comparação do valor nutritivo do broto de Palma forrageira com algumas olerícolas.

Olerícola	Vit. A*	Fe	Ca
Palma	220	2,8	200
Tomate	180	0,8	10
Pimentão	150	0,6	7
Vagem	120	1,3	55
Quiabo	90	0,6	60
Chuchu	20	0,5	7
Couve-flor	5	0,7	120

*Vit. A – mg (g), Ca e Fe - mg (100 g)⁻¹

Fonte: Guedes (2004) modificado

A composição química do broto de palma varia conforme a época do ano, espécie, estádios de desenvolvimento e tipos de solo, entre outros fatores (FARIAS, 2013). Assim, por exemplo, o teor de água na palma se situa entre 76%, em plena estiagem com cladódios de aparência murcha e 95% no período das chuvas com cladódios de aparência bastante succulenta (SANTOS et al., 2006; DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Já o conteúdo de fibra bruta aumenta com a idade dos cladódios variando de 8% em brotos com seis meses de idade a 17,5% em brotos suberizados com quatro anos de idade em base seca (SÁENZ, 2001).

2.7 Processamento mínimo

O processamento mínimo de uma fruta ou hortaliça resulta da sua alteração física, a partir das operações de seleção, lavagem, classificação, corte/fatiamento, sanitização, enxague, drenagem, embalagem e refrigeração realizadas de modo a se obter um produto fresco, sem necessidade de preparo subsequente (PUSCHMANN et al., 2006; MORETTI, 2007) comparado ao produto intacto. Desta forma, o processamento mínimo torna mais prática e conveniente a vida do consumidor, principalmente nos dias atuais, com o espaço de tempo cada vez mais curto para o preparo de refeições.

Embora torne o produto prático e conveniente, todas as operações envolvidas no processamento mínimo são responsáveis pelas imediatas e subseqüentes respostas físicas (perda de água e de suco celular, alteração na difusão de gases, exposição a microrganismos), fisiológicas (produção de etileno e aumento da taxa respiratória) e bioquímicas (reações oxidativas, indução na atividade enzimática) tanto nas regiões das células injuriadas como nas

adjacentes, contribuindo na redução da vida útil do produto (CANTWELL, 1992; SALTVEIT, 1998).

O incentivo de mercado alternativo no setor da agroindústria brasileira, tem sido um ingrediente fundamental para melhorar e aumentar a renda familiar dos agricultores sobretudo nas regiões que produzem espécies resistentes às adversidades edafoclimáticas, como a palma no semiárido nordestino. O mercado de produtos minimamente processado se adequa sobremaneira, às micro e às pequenas empresas familiares permitindo uma fixação maior de mão-de-obra no campo (DURIGAN, 2004). Ademais, os alimentos minimamente processados atingem um público seletivo e exigente que valorizam a qualidade e a segurança do produto, geralmente, possui renda elevada e está disposto a pagar mais pela comodidade e conveniência que oferece, pois dispensam manuseio e reduzem o tempo no preparo das refeições (NANTES e LEONELLI, 2000).

Além da agregação de valor, outra vantagem dos produtos minimamente processados é a redução nos custos de transporte em até 50%, de vez que as partes não comercializadas (pedúnculos e pedicelos, cascas, sementes) não são transportadas (BOLIN et al., 1977). Além de constituir produtos higienizados, prontos para o consumo.

A sanitização dos produtos minimamente processados tem a função de manter a qualidade reduzindo o número de microrganismos contaminantes (OLIVEIRA e VALLE, 2000). Sant'Ana et al. (2002) destacam a importância de adequar a concentração e o tempo de exposição no momento de sanitizar o produto. Outro fator que deve ser levado em consideração é o tempo ideal de centrifugação após a sanitização, a fim de remover o excesso de líquido na superfície dos produtos reduzindo, assim, sua perecibilidade.

2.8 Secagem

Entre os diversos fatores que influenciam na preservação da qualidade dos produtos agrícolas, o teor de água é um dos principais elementos a ser considerado. A secagem consiste na retirada parcial ou total da água dos produtos até que atinjam um teor de água, permitindo o armazenamento sem que sofram perdas significativas tanto quantitativas quanto qualitativas (AFONSO et al., 2006). A secagem de produtos agrícolas é uma prática que visa à conservação, prolongando a vida útil do produto. De acordo com Afonso Júnior e Corrêa (1999), a secagem de produtos agrícolas pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção da umidade excessiva contida no interior do produto por meio de evaporação, geralmente

favorecida por convecção forçada de ar aquecido, de modo a permitir a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento, por longos períodos de tempo.

A redução do teor de água é obtida pela movimentação da água decorrente de uma diferença de pressão de vapor de água entre a superfície do produto a ser secado e o ar que o envolve. A condição para que um produto seja submetido ao processo de secagem é que a pressão de vapor sobre a superfície do produto (P_g) seja maior que a pressão do vapor de água no ar (P^{ar}) de secagem (ANDRADE, 2003). Com a secagem, o baixo teor de água dos produtos biológicos tem a capacidade de reduzir sua atividade fisiológica, microbiológica, reações enzimáticas e não enzimáticas além de produzir uma redução de volume, diminuindo custos com embalagem, armazenamento e transporte, aumentando sua disponibilidade para consumo e agregando valor aos produtos podendo ser armazenado em condições ambientais durante grandes períodos sem perdas das propriedades nutricionais e organolépticas: sabor e aroma (VASCONCELOS et al., 2012).

Segundo Silva et al. (1999) na secagem em terreiros, ou com ar natural, o produto é retirado da planta e depositado em um pátio previamente preparado, denominado terreiro, e a radiação solar é a energia utilizada para remoção da água. A secagem em terreiros é possível quando da ocorrência da baixa umidade relativa do ar e pouca nebulosidade existente em diversas regiões do Brasil, durante o período de colheita. A principal vantagem do método é a economia de energia porém apresenta o inconveniente de exigir extensas áreas a depender dos fatores climáticos que, sendo desfavoráveis, retardam o processo e favorecem a ocorrência de fermentações indesejáveis comprometendo a qualidade do produto. A secagem é um processo complexo que envolve transferência de calor e massa sendo que o transporte de umidade, do interior para a superfície do material, pode ocorrer na forma de líquido e/ou vapor, dependendo do tipo de produto e do percentual de umidade presente. O processo de secagem deve acontecer de forma controlada para que possa ocorrer de maneira uniforme, evitando elevados gradientes de umidade e temperatura no interior do material que podem provocar a perda da qualidade do produto. Sabendo-os que os efeitos da secagem alteram as propriedades físicas e químicas do produto quais por sua vez, afetam o processo de transferência de calor e massa, é fundamental se conhecer aos seus efeitos e o seu controle (LIMA et al., 2007).

Sousa et al. (2006) enfatizam que a operação unitária de secagem é relevante, uma vez que visa preparar o produto para a armazenagem; entretanto, se mal conduzida, poderá prejudicar a qualidade comercial do produto ou, por outro lado, acelerar o processo de deterioração durante a armazenagem; assim, o conhecimento do mecanismo de ação da água

entre os materiais biológicos e o ambiente é de grande importância no processo da secagem. Vilela e Artur (2008) ainda completam que as informações contidas nas curvas de secagem são de fundamental importância para o desenvolvimento de processos e para o dimensionamento de equipamentos; com elas, pode-se estimar o tempo de secagem de certa quantidade de produtos e, com o tempo necessário para a produção, estima-se o gasto energético que refletirá no custo de processamento e, por sua vez, influenciará no preço final do produto.

O processo de secagem de um produto pode ser dividido em período de velocidade constante e outro de velocidade decrescente. Durante o período de velocidade constante, a temperatura do produto se mantém igual à do ar de secagem saturado e as transferências de calor e massa se compensam, ou seja, o ar recupera, sob a forma de vapor, o que perdeu sob a forma de calor. No período de velocidade decrescente de secagem a taxa de transporte interno de água é menor do que a taxa de evaporação; desta forma, a transferência de calor do ar para o produto não é compensada pela transferência do vapor de água e, conseqüentemente, a temperatura aumenta tendendo a atingir a temperatura do ar de secagem (BROOKER et al., 1992). Os mecanismos mais importantes deste transporte são: difusão líquida, difusão de vapor, e fluxo de líquido e de vapor. O conhecimento do teor de água inicial e final do material, da relação da água com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até a sua superfície, possibilita fundamentar o fenômeno da secagem (SANTOS, 2011).

2.9 Modelos matemáticos

Os modelos matemáticos comumente se baseia em variáveis externas ao produto, como a temperatura e a umidade relativa do ar de secagem. Entretanto, não fornecem indicações sobre os fenômenos de transporte de energia e de água no interior dos grãos e consideram que todo o processo de secagem ocorre somente no período de taxa decrescente (CORRÊA et al., 2007).

Vários modelos matemáticos são utilizados para representação do comportamento da secagem de produtos agrícolas; esses modelos podem ser classificados como: teóricos, empíricos e semiempíricos (LIMA et al., 2007).

Os modelos de Page e de Henderson e Pabis são modelos empíricos bastante utilizados para a representação da secagem de produtos agrícolas; já o modelo de Midilli et al. é um

modelo semiempírico obtido experimentalmente a partir do estudo da secagem de cogumelos, polen e pistache, sendo uma simplificação do modelo teórico de Fick.

As equações semiempíricas têm, como base, a lei de resfriamento de Newton para transferência de calor por convecção. Presumindo-se que durante a secagem as condições sejam isotérmicas e que a transferência de água seja restrita à superfície do produto (INCROPERA e DEWITT, 1992).

2.10 Trabalhos relacionados à secagem

Os trabalhos com secagem vêm ganhando preferência dentre os pesquisadores, principalmente com a elaboração de farinhas e sua utilização em preparos culinários, além de perceber o comportamento dos materiais quando submetidos ao processo com controle das diversas variáveis.

Santos et al. (2015) trabalharam com a cinética de secagem da casca da pitaya vermelha nas temperaturas 50, 60 e 70 °C e com ajustes aos modelos matemáticos de Page, Henderson e Pabis e Exponencial de dois termos aos dados experimentais e constataram que o melhor ajuste foi o modelo de Page, apresentando os maiores coeficientes de determinação e os menores desvios quadráticos médios.

Melo et al. (2013) constataram, estudando a secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru, em estufa com circulação de ar forçada a 70; 80, e 90 °C, com três diferentes espessuras de camada de espuma (0,5; 1,0 e 1,5 cm), com os ajustes para os modelos de Page, Henderson e Pabis e Cavalcanti Mata, que a espessura da camada da espuma e a temperatura de secagem influenciaram no tempo de secagem da espuma, cujo o processo foi mais rápido para a menor espessura e temperatura mais elevada. O modelo de Cavalcanti Mata foi o que melhor se ajustou às curvas de cinética de secagem da amostra.

Gusmão (2011) trabalhando com obtenção de farinha da palma forrageira em 11 ensaios diferentes de secagem (mediante planejamento experimental fatorial 2^3 com 3 pontos centrais, sendo três variáveis independentes, a temperatura o tempo e a velocidade do ar, avaliados em dois níveis – e +) entre 40 a 60 °C, com o tempo variando de 300 a 420 min e velocidade do ar de 1 a 3 ms^{-1} observou com a melhor combinação para secagem na temperatura de 60 °C com a velocidade do ar 3 m s^{-1} e tempo de processo de 300 min, com base nas resposta uma atividade menor de água.

Madureira et al. (2012) trabalharam com secagem de polpa de figo da índia em despoldadeira rotativa, provida de tela com 1,0 mm de abertura de malha, secadas em estufa

com circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Utilizou-se amido modificado como adjuvante de secagem, o qual foi adicionado à polpa nas proporções de 20, 25 e 30% (p/p) produzindo três tipos de amostra. As cinéticas de secagem foram ajustadas por meio dos modelos de Lewis, Page, Henderson & Pabis, Logarítmico e Midilli et al, constatando que o modelo de Page apresentou os melhores ajustes para o conjunto de condições estudadas.

Em trabalhos realizados por Campos et al. (2009) com isothermas de adsorção da palma forrageira enriquecida proteicamente nas temperaturas de 30, 35 e 40 °C, verificou-se que o modelo de Henderson foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais das isothermas de adsorção nas três temperaturas estudadas e que o calor isostérico de adsorção do produto diminui com o aumento da umidade de equilíbrio e para o armazenamento da palma enriquecida é necessário que a faixa ideal de atividade de água esteja compreendida entre 0,25-0,35, que corresponde a uma umidade (b.s.) menor que 0,03 eliminando, desta forma, qualquer crescimento de microrganismos.

Campelo (2009) secou a polpa de figo-da-índia com adição de 2% de Emustab, 0,5% de Super Liga Neutra e 5% de extrato de soja, pelo processo de secagem em camada de espuma, com espessura da camada de 0,4 cm, em menor tempo, cerca de 90 min, usando temperatura superior (90 °C) e verificando que o modelo de Cavalcanti Mata foi o que melhor se ajustou às curvas de cinética de secagem da amostra.

Lima (2006) trabalhou com a obtenção de farinha de facheiro e armazenamento, conforme a região do caule de onde foram extraídas, de três tipos: base, meio e extremidade e mediante secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C utilizando, para o armazenamento, a farinha secada a 60 °C apresentando melhor ajuste para o modelo de Midilli et al.

Silva et al. (2004) estudaram a aplicação dos modelos de Fick e Page na cinética de secagem de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mil) em estufa, em que o modelo de Page apresentou o melhor ajuste.

2.11 Farinha

Uma das formas de aproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia é a elaboração de farinha. A qualidade de farinhas pode ser avaliada por diversas características como umidade, matéria mineral, lipídios, proteínas entre outros (CIACCO e CHANG, 1986).

Segundo a Anvisa (BRASIL, 2005), farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados considerados seguros

para a produção de alimentos. A designação da farinha deve ser seguida do nome comum da espécie vegetal utilizada; o produto pode ser designado “farinha” seguida do nome do vegetal de origem; as farinhas são classificadas em farinha simples: produto obtido da moagem ou raladura dos grãos, rizomas, frutos ou tubérculos de uma só espécie vegetal e farinha mista: produto obtido pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais. As farinhas devem ser fabricadas a partir de matérias primas limpas, isentas de matéria terrosa e parasitos. Não podem estar úmidas, fermentadas ou rançosas (ANVISA, 1978). Essas propriedades refletem o processo de beneficiamento e podem ser empregadas para avaliar a qualidade tecnológica ou nutricional do produto (DUTCOSKY, 1995).

Especificamente para a farinha de broto de palma não existe legislação referente quanto à classificação de acordo com o processo tecnológico de fabricação, granulometria, cor e qualidade.

Na indústria de alimentos as farinhas participam do processo de produção como matérias primárias, intermediárias ou como produtos finais. Durante o processo de obtenção das farinhas, assim como de outros produtos alimentícios, é imprescindível que se preservem as suas qualidades organolépticas e nutricionais (GUSMÃO, 2011). Entretanto, sabe-se que esta operação é difícil de ser mantida no caso de pó alimentício pois, seja qual for sua origem, esse tipo de produto se constitui de tecidos vivos susceptíveis de evoluir em função da absorção de água, amolecimento, fusão, explosão e modificação de sua granulometria (COSTA et al., 2003).

Segundo Loures et al. (1990), inúmeras vantagens socioeconômicas surgem em decorrência da utilização de farinha, diferente da proveniente do trigo, em pão e produtos do tipo biscoito e macarrão. Dentre as vantagens referida se incluem: o estímulo à agricultura e a indústrias nacionais e à criação de empregos em áreas rurais e industriais (GUSMÃO, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN e no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, Campus Pombal, Pombal-PB, ambos pertencentes à Universidade Federal de Campina Grande PB, nos laboratórios de Bioquímica e Química de Alimentos, Microbiologia de Alimentos e no Laboratório de Análise Físico-química de Alimentos, pertencente ao Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias – CCHSA da Universidade Federal da Paraíba. Os brotos utilizados foram provenientes de uma área experimental pertencente ao CCTA, de 75 m², classificado como neossolo onde as raquetes foram produzidas de forma adensada com espaçamento de 0,1 m entre plantas por 1,80 m entre linhas.

3.2 Experimento

Foram utilizadas duas cultivares provenientes de gêneros distintos de palma (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenilifera*) ambas com grande potencial produtivo. A secagem foi feita em quatro diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C) em estufa de secagem e circulação de ar forçado, com sete repetições cada, o delineamento utilizado foi o inteiramente causalizado (DIC) com fatorial 2 x 4.

A comparação entre os tratamentos foi realizada através da análise de variância (ANOVA), regressão para os dados quantitativos, onde foram ajustadas equações de acordo com a obtenção de maior valor do R². Os resultados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância a fim de observar se houve diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados estatísticos foram tratados pelo programa SISVAR[®] (FERREIRA, 2000).

3.3 Processamento mínimo

A Figura 3.1 mostra o fluxograma do processamento mínimo e a obtenção de farinha de broto de palma Gigante e Miúda.



Figura 3.1 - Fluxograma operacional do processo de obtenção de farinha de broto de palma minimamente processado.

3.3.1 Recepção: Os brotos foram colhidos em torno das 7:00 horas e em seguida levados para o Laboratório de Bioquímica e Química de Alimentos/CCTA/UFCEG, Campus de Pombal, PB.

3.3.2 Seleção e lavagem: Foi feita uma seleção quanto à aparência tendo por finalidade aperfeiçoar a uniformização das amostras, e remover as sujidades grosseiras aderidas à superfície, além de retirar parte da microbiota presente.

3.3.3 Padronização do tamanho: Os brotos foram cortados e padronizados com o mesmo tamanho de 97,8x43,3x4,5mm (LxCxE) para os brotos de palma miúda e 142,8x6x6,1 mm (LxCxE) para os brotos de palma gigante.

3.3.4 Processamento mínimo: Os cortes dos brotos foram realizados com auxílio de processador industrial Robot Coupe®, com cortes de 2 mm de espessura, conforme a Figura 3.2.



Figura 3.2 - Broto de palma com 2 mm de espessura.

3.3.5 Sanitização, enxágue e drenagem: Os brotos foram submetidos à sanitização em solução de 200 mgL^{-1} de cloro livre (Sumaveg[®]), em água contendo gelo, por 10 minutos. O enxágue foi feito em água contendo 5 mgL^{-1} de cloro livre (Sumaveg[®]) também em água contendo gelo, durante 10 minutos; em seguida, os brotos foram submetidos à drenagem por 2 minutos em centrífuga.

3.4 Secagem, análises químicas, microbiológicas e toxicológicas de brotos minimamente processados e em forma de farinha

3.4.1 Secagem: Após o processamento mínimo, os brotos foram submetidos à secagem em estufa SL 102/42 (Estufa de Secagem com Circulação e Renovação de Ar) em quatro diferentes temperaturas (50, 60, 70 e 80 °C), foram dispostos em bandejas vazadas forjadas em aço inoxidável medindo 15 cm de comprimento, 10 cm de espessura e 5 cm de profundidade. Em cada bandeja foram utilizados em torno de 100 g de material vegetal, previamente foi pesado em uma balança semianalítica, cada uma contendo sete repetições de cada, em todas as temperaturas. As pesagens foram efetuadas de forma contínuas, contando a partir do tempo 0 até atingir o peso constante. Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade (X^*) descritos na equação 3.1:

$$X^* = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (3.1)$$

em que:

X_e - teor de água de equilíbrio, bs

X_0 - teor de água inicial, bs

X - teor de água em base seca

Após as secagens, as amostras foram embaladas em recipientes hermeticamente fechadas para posteriores determinações analíticas.

3.4.2 Trituração: As amostras foram trituradas com o auxílio de um moinho de facas até atingir aspecto pulverulento, semelhante à farinha.

3.4.3 Determinações químicas: As determinações físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Química de Alimentos pertencente à UFCG/CCTA e no Laboratório de Análises Físico-química de Alimentos do CCHSA/UFPB, além de avaliados os seguintes parâmetros:

3.4.3.1 Sólidos solúveis (°Brix): O suco celular foi extraído a partir de 100 g de amostra. O teor de sólidos solúveis foi lido em um refratômetro digital com compensação automática de temperatura.

3.4.3.2 pH: O pH foi obtido pelo método potenciométrico calibrando-se o potenciômetro através das soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) a 20 °C.

3.4.3.3 Acidez titulável (% de ácido málico): Foi medido em 5 g de amostra, homogeneizado em 45 mL de água destilada. A solução contendo a amostra foi titulada com NaOH 0,1N até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, confirmado pela faixa de pH do indicador de 8,2. A acidez titulável foi expressa como porcentagem de ácido málico no broto de palma equivalente à quantidade de NaOH 0,1N gasto na titulação (RYAN e DUPONT, 1973).

3.4.3.4 Teor de vitamina C: A vitamina C foi estimada por titulação, utilizando-se 5 mL e/ou g de amostra acrescido de 45 mL de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa (BRASIL, 2008).

3.4.3.5 Clorofila: Os teores de clorofilas foram estimados pelo método descrito por Lichthenthaler (1987) com adaptações. Cerca de 0,5 g de amostra foi macerado em 6 mL de acetona 80% acrescido de 0,2 g de CaCO₃; o extrato obtido foi centrifugado a 3000 rpm por 1 minuto; o sobrenadante foi coletado para realização de leitura a 470, 646,8 e 663,2 nm, em spectrum SP-1105. Os teores de clorofilas foram definidos a partir das equações:

$$\text{Clorofila a (mg 100 g}^{-1}\text{ de Massa fresca)} = 12,25 A_{663,2} - 02,79 A_{646,8}$$

$$\text{Clorofila b (mg 100 g}^{-1}\text{ de Massa fresca)} = 21,5 A_{646,8} - 05,1 A_{663,2}$$

$$\text{Clorofila Total (mg 100 g}^{-1}\text{ de Massa fresca)} = 07,15 A_{663,2} + 18,71 A_{646,8}$$

3.4.3.6 Umidade: O percentual de umidade foi determinado por meio de secagem em estufa a 100 ± 5 °C, por 24 horas (BRASIL, 2008).

3.4.3.7 Cinzas (%): Foram determinados pela incineração da amostra em mufla a 550 °C até as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas (BRASIL, 2008).

3.4.3.8 Proteínas (%): O teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método de Micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína (BRASIL, 2008).

3.4.3.9 Lipídios (%): Foram determinados pelo método de Folch, com base na extração dos lipídeos ligados às proteínas e carboidratos, através da utilização de solventes polares (metanol e clorofórmio) conforme descrito por Folch, Less e Stanley (1957).

3.4.3.10 Carboidratos (%): O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100% e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas (BRASIL, 2008).

3.4.3.11 Compostos fenólicos mg (100 g)⁻¹: Estimados a partir do método de Folin e Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006) por meio da mistura de 200 µL do suco filtrado do extrato com 1.925 µL de água destilada, 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu e 250 µL de carbonato de cálcio, seguido de agitação e repouso durante 5 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765nm e os resultados expressos em equivalente do ácido gálico (EAG) mg (100 g)⁻¹ de massa.

3.4.3.12 Açúcares totais mg (100 g)⁻¹: Foram determinados pelo método da Antrona, segundo Yemm e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 1 g da amostra em 10 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo adicionando-se, em um tubo 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 min. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

3.4.3.13 Flavonoides totais e antocianinas mg (100 g)⁻¹: Os flavonoides e as antocianinas foram determinados a partir do método descrito por Francis (1982); utilizou-se 0,2 g da amostra e se adicionaram 10 mL da solução de etanol-HCl preparado a partir de etanol a 95% e solução de ácido clorídrico 1,5 N, na proporção 85:15 (v/v); em seguida as amostras foram maceradas, por um minuto, e deixadas por 24 h na geladeira; após 24 h foram centrifugadas por 5 min a 3000 rpm e as amostras foram diluídas na solução na proporção 1:1 filtrando-as em algodão. O sobrenadante foi coletado para realização da leitura a 374 nm e 535 nm, em spectrum SP-1105. As concentrações de flavonoides e antocianinas foram estimadas pelas equações 3.2 e 3.3:

$$\text{Flavonoides (mg/100)} = \frac{\text{Fd} \times \text{Abs}}{76,6} \quad (3.2)$$

$$\text{Antocianinas (mg (100 g)-1)} = \frac{\text{Fd} \times \text{Abs}}{98,2} \quad (3.3)$$

Em que: Fd = fator de diluição; Abs. = absorvância a 374 nm.

3.4.4 Análise microbiológica: As avaliações microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos pertencente à CCTA/UFMG, conforme a metodologia descrita por Brasil (2001) instrução normativa RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, para vegetais minimamente processados: Coliformes a 45 °C, *Salmonella sp.*

3.4.4.1 Coliformes a 45 °C: Para identificação do Grupo Coliforme, cada diluição foi semeada em três tubos, contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), para a quantificação do teste presuntivo de coliformes, número mais provável (NMP). A incubação ocorreu em estufa bacteriológica a 35 °C, por 24 h, considerados positivos aqueles com presença de crescimento

bacteriano. Na determinação da prova confirmativa para coliformes a 35 °C foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos, com três séries de três tubos contendo Caldo Verde Bile Brillante 2%, com incubação a 36 ± 1 °C durante 24 horas. A partir dos tubos positivos de coliformes a 35 °C foi realizada a repicagem para tubos contendo caldo EC para confirmação de coliformes a 45 °C (termotolerantes) com incubação a 45 °C por 24 a 48 h.

3.4.4.2 *Salmonella* sp: Para sua identificação foi utilizado o meio de cultura Rambachagar; trata-se de um indicador da presença de *Salmonella* sp, que consistiu na retirada de uma alíquota da amostra, plaqueada no meio de cultura e incubada por 24 horas na temperatura de 35-37 °C.

3.4.5 Avaliação do potencial toxicológico: As análises toxicológicas frente *Artemia Salina* foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimento do CCTA, Campus de Pombal, e o teste de toxicidade aguda com camundongos foi desenvolvido no Núcleo de Investigação Experimental da Faculdade de Ciências Médicas de Campina Grande-PB.

Utilizando o método do bioensaio composto de *Artemia salina* baseado na técnica descrita por Meyer et al. (1982), consistiu em:

3.4.5.1 Incubação: Em um recipiente foram adicionados 500 mL de solução de água do mar artificial. O recipiente foi colocado dentro de uma incubadora iluminada por uma lâmpada fluorescente e adicionados 0,2 g de cistos de *Artemia salina*, mantendo a água em agitação constante com o auxílio de uma bomba de aquário para a aeração.

3.4.5.2 Exposição: Após o período de incubação os organismos-testes (náuplios de *Artemia*) foram expostos às amostras de broto de palma minimamente processados e em forma de farinha por 48 h, sendo utilizados tubos de ensaio cada um contendo 10 náuplios de *Artemia salina*, previamente selecionados. Os testes foram feitos em triplicata para cada concentração de cada composto.

Foi determinada a faixa de concentração a ser testada buscando-se sempre a maior concentração desde que se observassem 100% de mortalidade e a menor concentração em que se deflagrasse 0% de mortalidade; as demais concentrações foram distribuídas dentro desse limite (VEIGA et al., 1989) de modo a se obter a DL₅₀ (dose letal para 50% da população) do composto testado.

3.4.5.3 Contagem: Após 48 h de exposição foi feita a contagem de náuplios vivos e mortos, considerados vivos todos aqueles que apresentarem qualquer tipo de movimento quando observados próximos a uma fonte luminosa. Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico utilizando-se o programa estatístico Bio Stat 2009[®] e se efetuando a análise PROBIT, qual forneceu os valores de DL₅₀.

3.4.5.4 Determinação toxicológica aguda em camundongos: A toxicidade foi determinada nas farinhas que apresentaram os melhores parâmetros físico-químicos, sendo utilizados 36 camundongos albinos (*Mus musculus*), machos e fêmeas com peso variando entre 30,1 a 43,1 g. As substâncias administradas nos ratos foram realizadas pelo método de gavagem, em que o grupo experimental recebeu 1000 mg kg⁻¹ da farinha de broto de palma Gigante e Miúda, enquanto que o grupo controle recebeu o mesmo volume de água destilada (BRASIL, 1998). Esses grupos foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos conforme a Tabela 3. 1.

Tabela 3.1: Divisão dos animais por grupos

GRUPOS	QUANTIDADE	SUBSTÂNCIA
Grupo Experimental Machos-Farinha de palma Gigante	6 animais	Extrato da farinha 1000 mg kg ⁻¹
Grupo Experimental Machos - Farinha de palma Miúda	6 animais	Extrato da farinha 1000 mg kg ⁻¹
Grupo Controle Machos - GCM	6 animais	Água destilada
Grupo Experimental Fêmeas- Farinha de palma Gigante	6 animais	Extrato da farinha 1000 mg kg ⁻¹
Grupo Experimental Fêmeas- Farinha de palma Miúda	6 animais	Extrato da farinha 1000 mg kg ⁻¹
Grupo Controle Fêmeas - GCF	6 animais	Água destilada

Antes de se iniciar o experimento os animais ficaram em jejum alimentar por 12 hs mantendo apenas água *in libitum* a qual foi retirada 1h antes de se iniciar os procedimentos. Após as gavagens foram observados parâmetros do Sistema Nervoso Central – SNC e sistema nervoso autônomo, além de outros parâmetros ligados à ação depressora do corpo nos animais em 30 min, 1, 2, 3 e 4hs. Os animais foram pesados nos 1º e 14º dias e diariamente medidos o consumo de água e a ração. No final do experimento os principais órgãos (fígado e rins) dos animais foram pesados; no que se refere aos aspectos éticos este trabalho foi encaminhado e aprovado pela CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro de Ensino Superior e Desenvolvimento – CESED, sob o protocolo nº 0053-B/02042015 (Figura C1).

3.5 Modelos matemáticos

Para o ajuste dos modelos matemáticos das curvas de desidratação dos brotos de palma aos dados experimentais, foram utilizadas as equações empíricas descritas na Tabela 3.5.1.

Tabela 3.2 - Modelos empíricos utilizados para descrição da quantidade de água em brotos de palma minimamente processados.

Modelo	Nome	Expressão empírica
1	Lewis	σe^{-at}
2	Henderson e Pabis	$a e^{-bt}$
3	Wang e Singh	$\sigma + at + bt^2$
4	Peleg	$\sigma - t/(a + bt)$
5	Page	σe^{-atb}
6	Silva et alii	$\sigma e^{-at - b\lambda t}$

σ - quantidade de água inicial

Fonte: Rodrigues (2015)

Para o ajuste dos dados experimentais utilizou-se o programa *computacional LAB Fit Curve Fitting software* (SILVA e SILVA 2015). Os critérios de avaliação utilizados para a escolha dos modelos que melhor representaram os melhores o coeficiente de determinação (R^2) e o qui-quadrado (χ^2), calculado pela equação (3.4):

$$\chi^2 = \sqrt[2]{\sum (X_{exp}^* - X_{pre}^*)^2} \quad (3.4)$$

em que:

χ^2 = qui-quadrado;

X_{exp}^* = razão de umidade predita pelo modelo;

X_{pre}^* = razão de umidade experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos brotos minimamente processados

4.1.1 Avaliação microbiológica

A Tabela 4.1 representa os resultados das análises microbiológicas nos brotos de palma Gigante e Miúda, minimamente processados.

Tabela 4.1 - Análise microbiológica realizada em broto de palma minimamente processado.

Parâmetros			
Brotos	**Coli 35°C (NMP)	**Coli 45°C (NMP)	<i>Salmonella</i> sp
Gigante	Ausente	Ausente	Ausente
Miúda	Ausente	Ausente	Ausente
Padrão*	5×10^2	5×10^2	Ausente

* Padrões microbiológicos para os produtos minimamente processados (BRASIL, 2001).

**Número Mais Provável

Os parâmetros microbiológicos avaliados (Tabela 4.1) comprovam ainda mais a eficácia do processamento mínimo uma vez que houve ausência de contaminação nos brotos de palma Gigante e Miúda minimamente processados, desde que seja feito dentro de condições higiênicas sanitárias corretas e todas as etapas estabelecidas durante o processamento (Figura 3.1). Pereira et al. (2012c) encontraram trabalhando com caracterização microbiológica de broto de palma Redonda minimamente processados ausência nos parâmetros avaliados neste estudo. Corroborando com este trabalho, Alves et al. (2010) verificaram estudando a qualidade de produtos minimamente processados à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa, resultados condizentes ao deste estudo, estando de acordo com o estabelecido pela legislação vigente, a RDC n° 12 (BRASIL, 2001).

4.1.2 Teste de toxidade

A Tabela 4.2 representa os resultados do teste toxicológico nos brotos de palma Gigante e Miúda, minimamente processados.

Tabela 4.2 - Valores de DL₅₀ calculados para broto de palma minimamente processados “Gigante” e “Miúda” com respectivos limites de confiança.

Material vegetal	DL ₅₀ (µg mL ⁻¹)
Gigante	1600 (limite inferior 208,51 - limite superior 9050,01)
Miúda	1481 (limite inferior 350,35 - limite superior 1390,54)

Dose Letal (DL₅₀)

De acordo com Nguta et al. (2011), extratos orgânicos tanto quanto extratos aquosos com valores de DL₅₀ menores que 100 µg mL⁻¹ apresentam alta toxicidade, DL₅₀ entre 100 e 500 µg mL⁻¹ apresentam toxicidade moderada, DL₅₀ entre de 500 e 1000 µg mL⁻¹ apresentam fraca toxicidade e DL₅₀ acima de 1000 µg mL⁻¹ são considerados atóxicos (não tóxicos). Neste sentido, os brotos de palma minimamente processados apresentaram uma DL₅₀ acima de 1000 µg mL⁻¹ sendo considerados não tóxico. Pereira et al. (2012d) verificaram, trabalhando com toxidade frente *Artemia salina* em brotos de palma, valores de DL₅₀ em torno de 1059,12 µg mL⁻¹, considerados não tóxicos resultados condizentes ao deste estudo.

4.1.3 Determinações químicas

Os resultados das análises físico químicas dos brotos de palma minimamente processados, referente às suas médias e desvio padrão, se encontram descritas na Tabela 4.3. Em seus trabalhos Nascimento et al. (2011) com cladódios de palma analisando, sua composição química, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho para proteína variando de 1,1 a 0,88% e lipídeos de 1,27 a 0,66%; no entanto, também apresentaram valores não condizentes aos encontrados neste estudo para as variáveis de umidade variando entre 93,64 a 93,01%, cinzas de 14,92 a 14,35%, acidez titulável de 1,97 a 1,64%, sólidos solúveis de 12,8 a 12,4°Brix, carboidratos de 76,25 a 71,77% e açúcares totais de 0,98 a 0,25%. Essa divergência de resultados pode ser atribuída à época, idade do cladódio e até mesmo ao horário em que o material foi colhido, uma vez que a palma é uma planta que possui comportamento ímpar, em função do seu metabolismo ácido.

Tabela 4.3 - Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas de brotos de palma minimamente processados.

Determinações analíticas	Broto de palma	
	Variedades	
	Gigante	Miúda
Proteína (%)	1,00 ± 0,17	0,90 ± 0,18
Lipídeos (%)	1,42 ± 0,10	1,18 ± 0,15
Carboidratos (%)	4,96 ± 1,36	8,90 ± 1,33
Cinzas (%)	4,39 ± 0,15	2,31 ± 0,01
Umidade (%)	88,23 ± 0,46	86,71 ± 0,75
Sólidos solúveis (°Brix)	3,02 ± 0,22	4,14 ± 0,30
pH	3,75 ± 0,09	4,16 ± 0,36
Acidez titulavel (%)	0,61 ± 0,04	0,45 ± 0,01
Vitamina C mg (100 g) ⁻¹	6,09 ± 0,41	4,65 ± 0,42
Açúcares totais mg (100 g) ⁻¹	0,96 ± 0,08	0,93 ± 0,07
Clorofila a mg (100 g) ⁻¹	1,08 ± 0,19	1,41 ± 0,14
Clorofila b mg (100 g) ⁻¹	0,53 ± 0,10	0,35 ± 0,09
Clorofila total mg (100 g) ⁻¹	1,61 ± 0,23	1,76 ± 0,21
Antocianinas mg (100 g) ⁻¹	1,62 ± 0,13	1,24 ± 0,10
Compostos fenólicos mg de Ácido gálico (100 g) ⁻¹	122,54 ± 3,85	37,21 ± 3,94
Flavonoides mg (100 g) ⁻¹	22,48 ± 0,84	15,32 ± 0,47

Para o valor de pH as amostras apresentaram comportamento ácido com o pH variando em torno de 3,75 para Gigante e 4,16 para Miúda (Tabela 4.3) . Corroborando com este trabalho em estudos realizados por Pereira et al. (2013) encontraram, com conservação de brotos de palma minimamente processados, valores de pH que variaram em torno de 3,5 a 4,8.

Os teores de vitamina C variaram em torno de 6,09 mg (100 g)⁻¹ para Gigante e 4,65 mg (100 g)⁻¹ para Miúda (Tabela 4.3). A variação da vitamina C é dada em função da variedade, do tamanho do broto e também pela idade do broto. Loayza e Chávez (2007) observaram redução dos teores de vitamina C em função da idade dos brotos na cultivar ‘Amarillo’ encontrando teores de 37,27 mg (100 g)⁻¹ em brotos de um mês de idade e de 23,11 mg (100 g)⁻¹ em brotos de um ano. Os teores de vitamina C encontrados neste estudo foram próximos dos obtidos por Ramírez-Moreno et al. (2013) que verificaram, em brotos das cultivares ‘Milpa Alta’ e ‘Atlixco’ com idade entre 10 e 40 dias, teores de vitamina C de 19,21 e de 25,52 mg (100 g)⁻¹ em massa fresca, respectivamente.

Os valores de clorofila a, b e totais variaram conforme o tipo de variedade, a variedade gigante apresentou valores de 1,08, 0,53 e 1,61 mg (100 g)⁻¹; já na variedade miúda se obteve 1,41, 0,35 e 1,76 mg (100 g)⁻¹, para clorofila a, b e totais, respectivamente. Os teores de clorofila nos brotos de palma foram próximos dos teores encontrados por Aquino et al. (2011)

para o brócolis $1,20 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ inferiores aos encontrados por Silva et al. (2007) para alface Americana $130 \text{ mg (100 g)}^{-1}$, ambos em base fresca. Farias (2013) relata que a variação dos teores de clorofila pode ser atribuída a fatores ambientais como luz e temperatura, que influenciam sobre a degradação da mesma.

As antocianinas são compostos importantes na prevenção de doenças, além de reesposáveis pela captação dos radicais livres. Os valores médios de antocianinas apresentados pelas variedades variaram de $1,62 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ para Gigante e $1,24 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ para a Miúda (Tabela 4.3). Em trabalhos realizados por Gioppo et al. (2012) com repolho minimamente processado fora encontrados valores inferiores ao deste trabalho variando em torno de $0,12 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ e valores superiores foram observados por Teixeira et al. (2008), com $24,36 \text{ mg (100 g)}^{-1}$. A variação da síntese desse composto pode ser atribuída principalmente ao local de cultivo, com fatores como a incidência de luz, disponibilidade de água e nutrientes.

Os compostos fenólicos variaram em função da variedade; a cultivar gigante apresentou os maiores valores chegando a $122,54 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ e $37,21 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ para a cultivar Miúda (Tabela 4.3). Esses compostos são responsáveis pelo sabor e aroma característicos e provável ação antioxidante. Muniz (2007) observou, trabalhando com cebola minimamente processada, valores inferiores aos encontrados neste trabalho, variando de $67,1$ a $34,0 \text{ mg (100 g)}^{-1}$.

Os teores de flavonoides encontrados na cultivar Gigante de $22,48 \text{ mg (100 g)}^{-1}$ (Tabela 4.3) foram de acordo com os relatados por Farias (2013) trabalhando com brotos de palma em diferentes estádios de maturação encontrando variação nos valores de flavonoides totais de $20,29$ a $32,13 \text{ mg (100 g)}^{-1}$. A cultivar Miúda apresentou baixos valores ($15,32 \text{ mg (100 g)}^{-1}$) quando comparados com a cultivar Gigante (Tabela 4.3). De acordo com Huber e Rodriguez-Amaya (2008) as variações encontradas para os flavonoides são determinadas por fatores genéticos e influenciadas por fatores edafoclimáticos e até mesmo pelo processamento do alimento.

4.2 Modelagem

Na Tabela 4.4 se encontram os parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos de Henderson e Pabis, Lewis, Page, Peleg, Silva et alii e Wang e Singh, em função da secagem

de brotos de palma Gigante minimamente processados, para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.

Tabela 4.4 - Parâmetros de ajuste dos modelos experimentais aos dados da secagem de brotos de palma gigante, minimamente processados nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.

Henderson e Pabis				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,1013	0,5715	0,9947	0,2301
60	0,1023	0,8536	0,9950	0,1840
70	0,1017	0,1060	0,9929	0,2179
80	0,1030	0,1393	0,9954	0,1339

Lewis				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,5611	-	0,9952	0,2399
60	0,8270	-	0,9956	0,2082
70	0,1036	-	0,9937	0,2302
80	0,1339	-	0,9965	0,1649

Page				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,2809	0,1134	0,9968	0,1300
60	0,4234	0,1140	0,9970	0,1012
70	0,5324	0,1146	0,9957	0,1242
80	0,7053	0,1149	0,9976	0,6092

Peleg				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,1596	0,7304	0,9900	0,3603
60	0,1043	0,7558	0,9868	0,4338
70	0,8717	0,7197	0,9872	0,3350
80	0,6873	0,7072	0,9913	0,2144

Silva et alii				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,6317	-0,8575	0,9953	0,1937
60	0,9576	-0,1307	0,9958	0,1472
70	0,1189	-0,1384	0,9938	0,1804
80	0,1594	-0,2021	0,9965	0,9474

Continuação da Tabela 4.4

Wang e Singh				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	-0,3793	0,3347	0,9903	0,5590
60	-0,5289	0,6281	0,9807	0,8847
70	-0,6943	0,1110	0,9903	0,4263
80	-0,9112	0,1954	0,9901	0,3357

Avaliando os parâmetros dos modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de quantidade de água durante a secagem dos brotos de palma gigante minimamente processados, verifica-se a boa representação do modelo de Page, que obteve os maiores coeficientes de determinação (R²) variando de 0,9957 a 0,9976 e os menores qui-quadrados (χ²) tanto respectivamente, apresentando ajuste dos dados da curva aos modelos experimentais conforme mostrado na Figura 4.1A a 4.1D superior ao obtido pelos demais modelos. Considerando este mesmo critério, tem-se os modelos de Hendeson e Pabis, Lewis, Page e o de Silva et alii, com boa representação de ajuste aos pontos experimentais da quantidade de água com coeficientes de determinação (R²) acima de 0,98 (Tabela 4.4). Observou-se, também, que no ajuste de Page as constantes a e b apresentaram aumento progressivo em função da elevação da temperatura.

Para o modelo de Wang e Singh os valores estatísticos encontrados são considerados bons; no entanto, ao se analisar a representação gráfica de ajuste aos dados o mesmo não apresenta comportamento físico coerente ao estudo realizado chegando a atravessar o campo da quantidade de água negativa, antes de atingir o ponto de equilíbrio do processo de desidratação (Figura 4.2A à 4.2D).

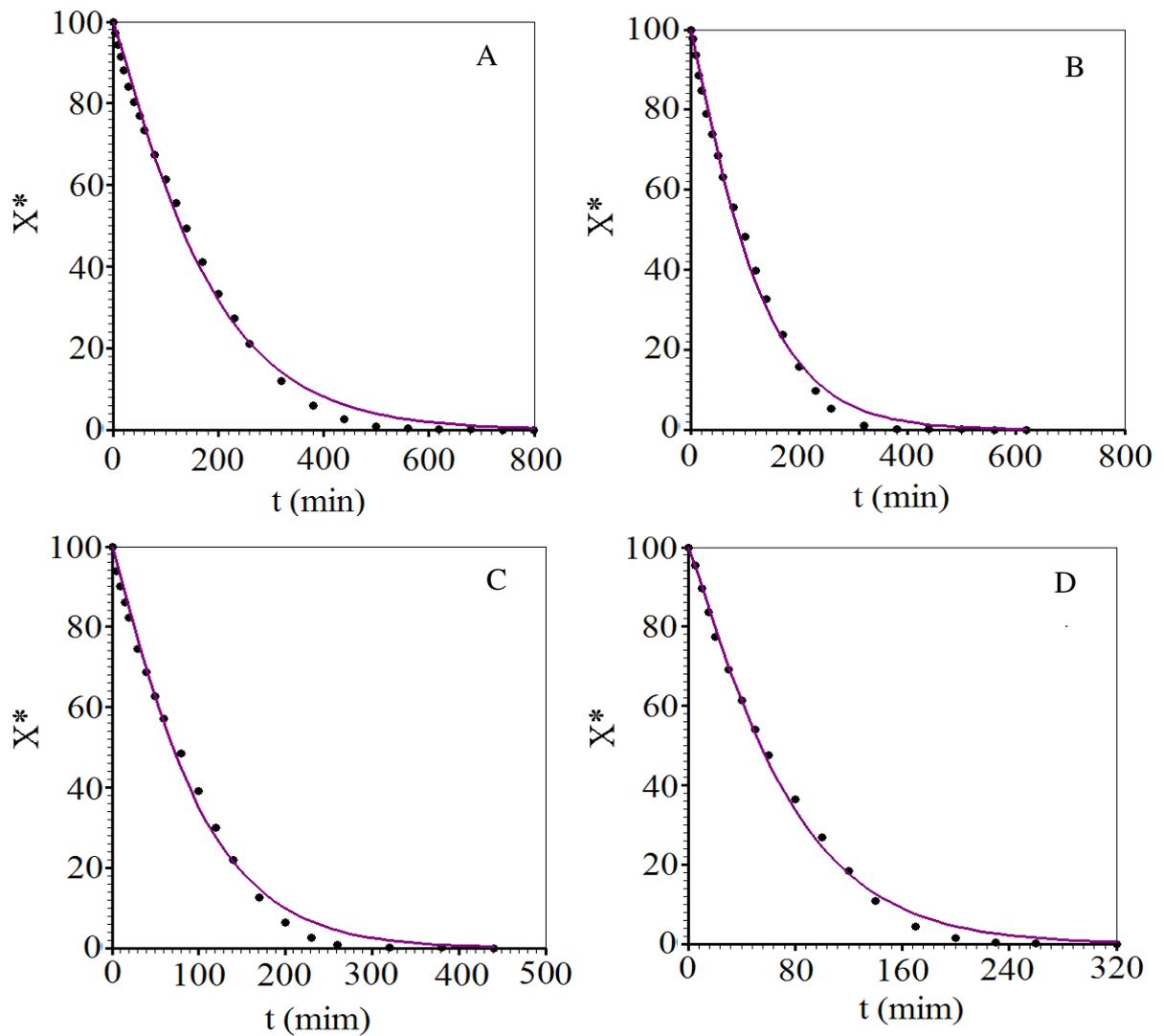


Figura 4.1 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Page.

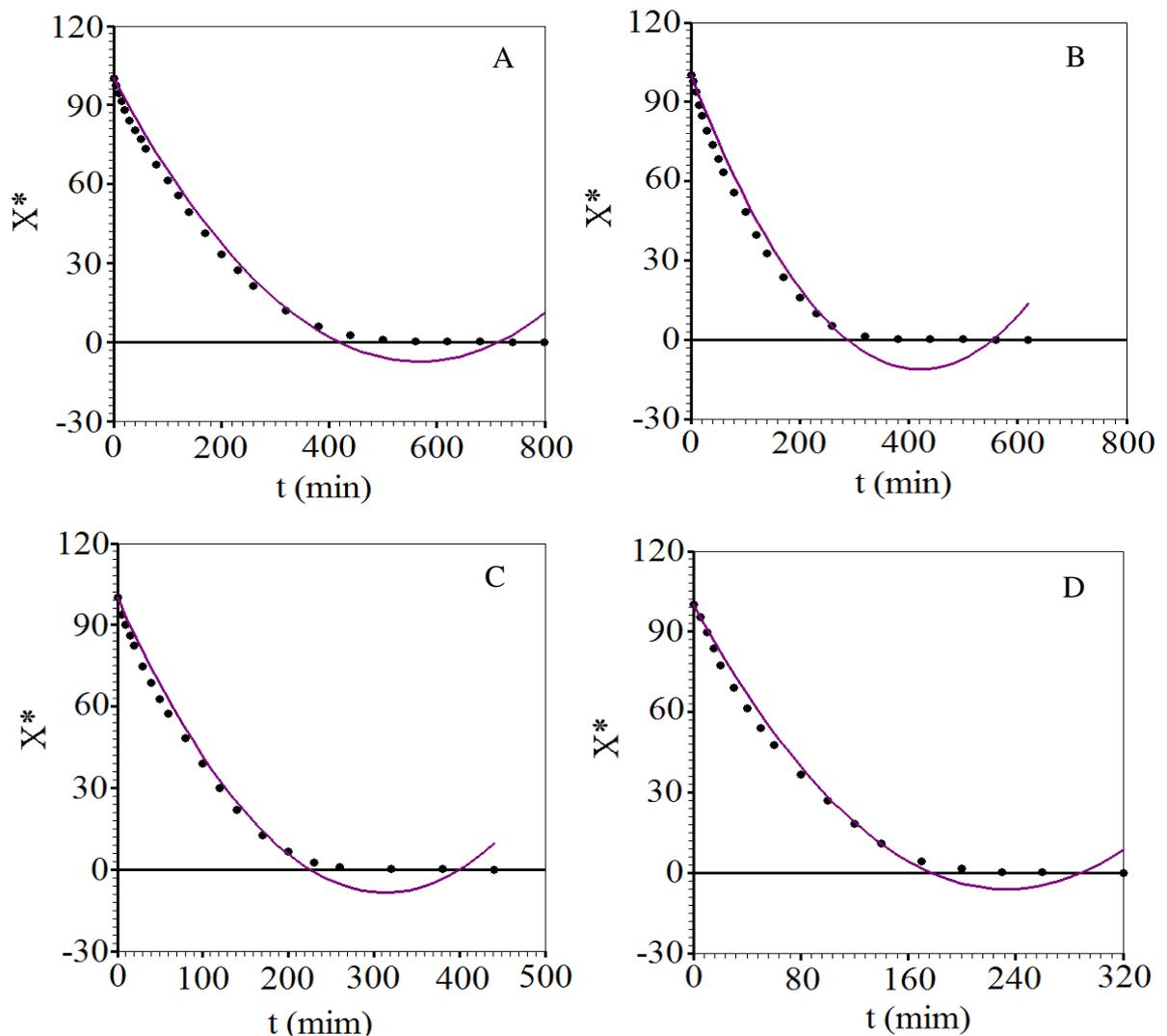


Figura 4.2 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Wang e Singh. Campina Grande - PB, CTRN/UFCG, 2016.

Na Tabela 4.5 se encontram os parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos de Henderson e Pabis, Lewis, Page, Peleg, Silva et alii e Wang e Singh, em função da secagem de brotos de palma Miúda minimamente processados, para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.

Tabela 4.5 - Parâmetros de ajuste dos modelos aos dados experimentais da secagem de brotos de palma miúda, minimamente processados nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.

Henderson e Pabis				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,1006	0,6119	0,9952	0,2041
60	0,1016	0,9549	0,9949	0,1787
70	0,1021	0,1073	0,9942	0,1805
80	0,1012	0,1683	0,9917	0,1926

Lewis				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,6061	-	0,9955	0,2067
60	0,9341	-	0,9953	0,1898
70	0,1042	-	0,9950	0,1993
80	0,1655	-	0,9920	0,1973

Page				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,3372	0,1116	0,9969	0,1263
60	0,5310	0,1121	0,9966	0,1118
70	0,5361	0,1146	0,9968	0,9280
80	0,1312	0,1056	0,9919	0,1814

Peleg				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,1435	0,7518	0,9890	0,3863
60	0,8895	0,7814	0,9846	0,4900
70	0,8628	0,7235	0,9881	0,3177
80	0,5058	0,7736	0,9865	0,3090

Silva et alii				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	0,6659	-0,7004	0,9956	0,1791
60	0,1051	-0,1114	0,9955	0,1525
70	0,1209	-0,1505	0,9951	0,1417
80	0,1787	-0,9455	0,9918	0,1865

Continuação da Tabela 4.5

Wang e Singh				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	χ ²
	a	b		
50	-0,3953	0,3578	0,9858	0,8534
60	-0,5289	0,6281	0,9807	0,8847
70	-0,6957	0,1114	0,9888	0,4604
80	-0,1008	0,2308	0,9649	0,1237

Considerando os valores estatísticos gerados a partir modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de quantidade de água durante secagem dos brotos de palma miúda minimamente processada, verifica-se comportamento similar quando comparado com os modelos descritos para secagem de broto de palma gigante minimamente processado (Tabela 4.4), com boa representação do modelo de Page obtendo-se os maiores coeficientes de determinação (R²) variando de 0,9919 a 0,9969 e os menores qui-quadrados (χ²), com exceção para a temperatura de 70 °C que apresentou discrepância quando comparada com as demais temperaturas, e um ajuste da curva aos dados experimentais conforme mostrado nas Figuras de 4.3A a 4.3D superior ao obtido pelos demais modelos. Considerando este mesmo critério, tem-se os modelos de Silva et alii, Lewis, Hendeson e Pabis, Page e Wang e Singh com boa representação de ajuste aos pontos experimentais da quantidade de água com coeficientes de determinação (R²) acima de 0,98 (Tabela 4.5).

Para o modelo de Wang e Singh os indicadores estatísticos utilizados como a escolha do melhor modelo representativo do fenômeno são considerados, contudo, boas porém, ao se analisar a representação gráfica de ajuste dos dados (Figura 4.4A a 4.4D), o mesmo não apresenta comportamento físico coerente ao estudo realizado chegando a atravessar o campo da quantidade de água negativa, antes de atingir o ponto de equilíbrio do processo de desidratação.

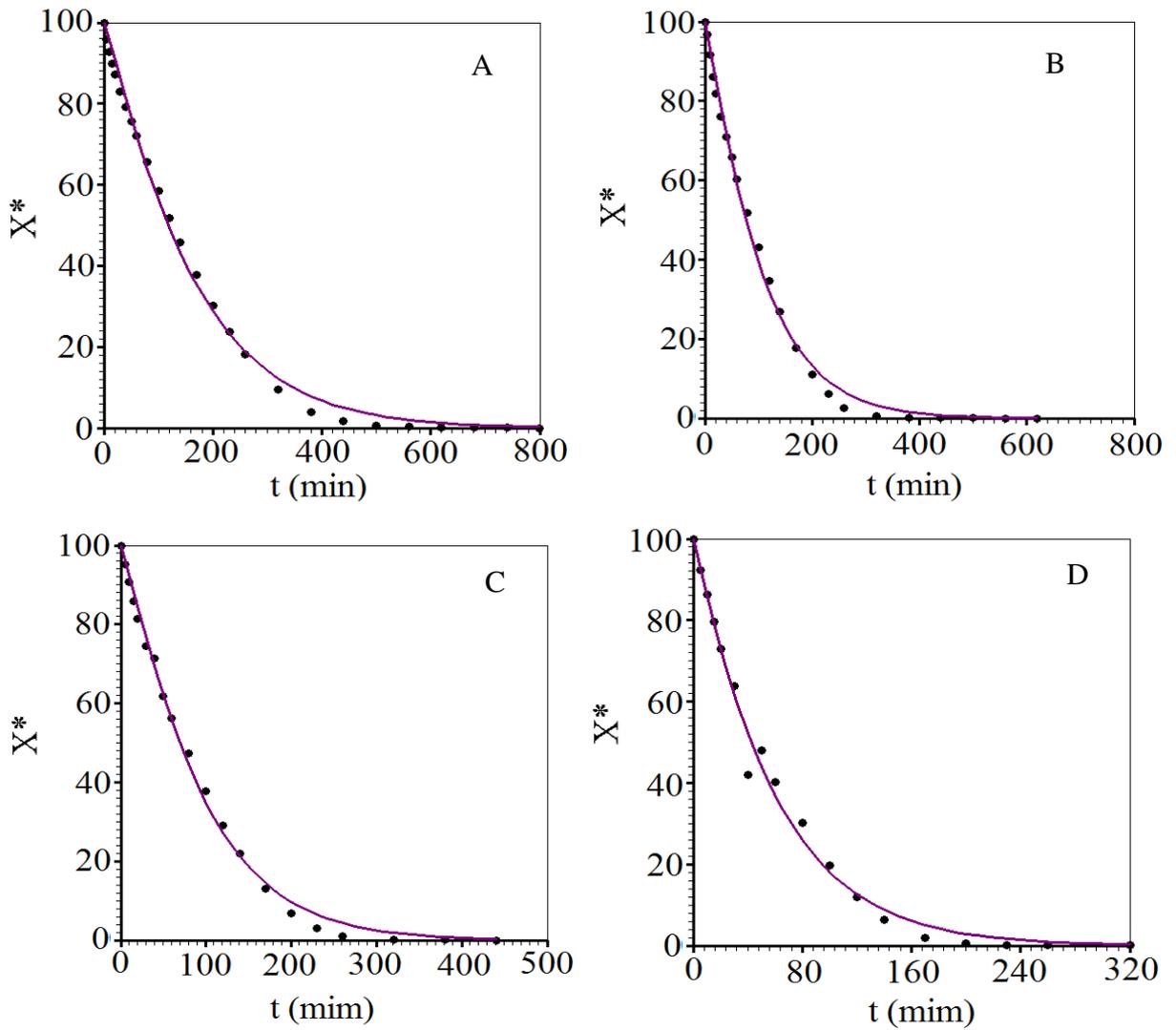


Figura 4.3 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Page.

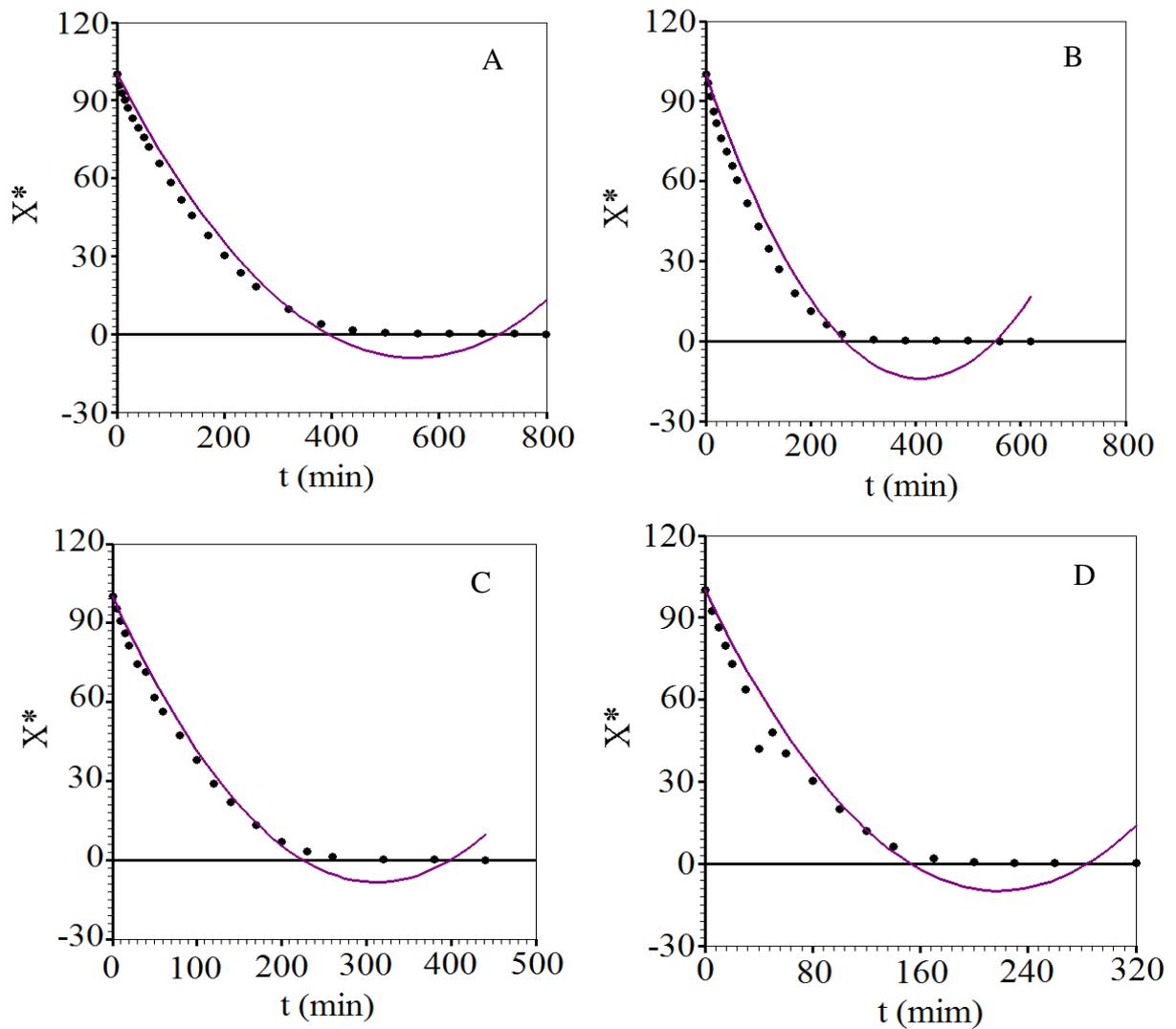


Figura 4.4 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Wang e Singh.

A Figura 4.5 representa os ajustes do modelo de Page nas quatro temperaturas de secagem nos brotos de palma Gigante (A) e Miúda (B), minimamente processados.

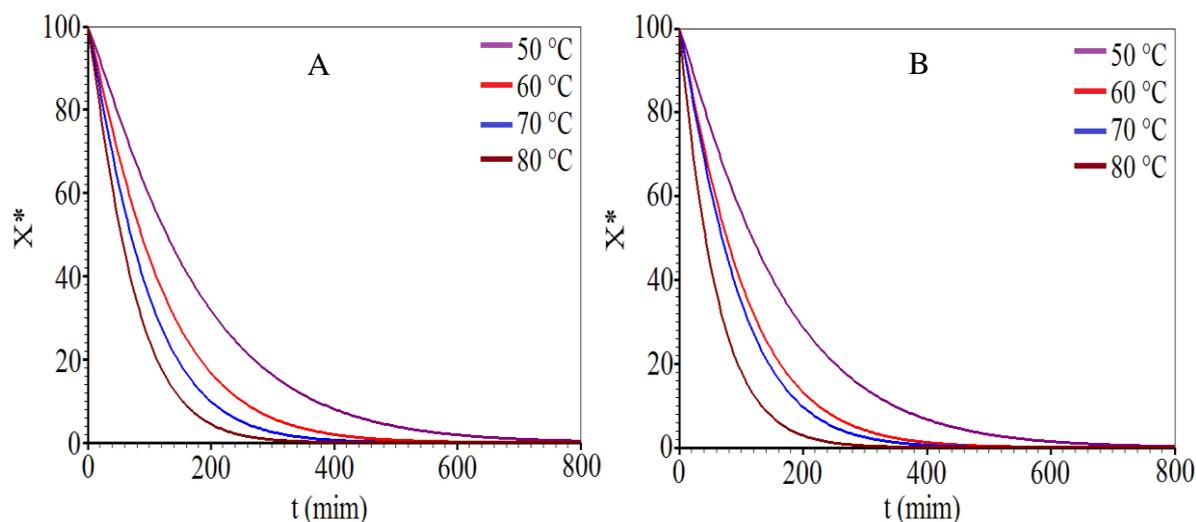


Figura 4.5 – Ajuste do modelo de Page aos dados da curva de secagem de brotos de palma Gigante (5 A) e Miúda (5 B) nas condições de 50, 60, 70 e 80 °C.

A influência da temperatura é observada na Figura 4.5 que apresenta a mesma tendência, ou seja, para uma mesma atividade de água há diminuição do teor de umidade de equilíbrio em função do aumento da temperatura.

Silva et al. (2004) constataram a mesma tendência desse estudo ao secar cladódios de palma forrageira com aproximadamente 6,0 por 6,0 cm de comprimento e largura nas temperaturas de 40 e 70 °C; utilizando os modelos de Fick e Page para descrever a cinética de secagem, o modelo descrito por Page apresentou os melhores ajustes aos dados experimentais com o R^2 de 0,9973 e 0,9907.

Martins et al. (2015) observaram, trabalhando com secagem em camada fina da polpa de cladódio de palma forrageira em estufa com circulação forçada de ar, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, dispostos em camada fina, os modelos de Wang e Sing, Henderson e Pabis, para descrever as curvas de secagem, valores similares aos encontrados neste trabalho para o modelo de Wang e Sing com R^2 variando entre 0,9883 a 0,9982, para o modelo de Henderson e Pabis o R^2 variou entre 0,9893 a 0,9911. Em seus trabalhos Lima et al. (2007) verificam com secagem de poupa de facheiro, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com a utilização dos modelos de Page, Henderson e Pabis e Midilli et al., que os três modelos estudados representaram satisfatoriamente os dados experimentais com coeficientes de determinação superiores a 0,96.

Madureira et al. (2012) constataram, trabalhando com secagem da polpa do figo-da-índia, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C utilizando os modelos de Lewis, Page, Henderson e

Pabis, Logarítmico e Midilli et al., observam que todos os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, podendo ser utilizados na predição das cinéticas de secagem, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, resultados condizentes aos encontrados neste trabalho, as quais são semelhantes aos encontrados por Melo et al. (2013) que realizando estudos de secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru em estufa com circulação de ar forçada, a 70, 80, e 90 °C, com três diferentes espessuras de camada de espuma (0,5, 1,0 e 1,5 cm), utilizando os modelos de Page, Henderson e Pabis e Cavalcanti Mata, para descrever a curva de secagem, verificaram que todos os modelos apresentados obtiveram coeficientes de determinação superiores a 0,98.

4.3 Determinações toxicológicas em farinha de broto de palma

4.3.1 Teste de toxicidade frente à *Artemia Salina*

A Tabela 4.6 representa os resultados do teste toxicológico nas farinhas de broto de palma Gigante e Miúda, minimamente processados em diferentes temperaturas.

Tabela 4.6 - Valor de DL₅₀ calculados para farinha de broto de palma Gigante e Miúda, minimamente processados em diferentes temperaturas com respectivos limites de confiança.

Farinhas	Temperaturas	DL ₅₀ µg (mL) ⁻¹
Broto de palma Gigante	50°C	940,63 (limite inferior 800,03 - limite superior 3600,00)
	60°C	740,76 (limite inferior 490,99 - limite superior 1050,60)
	70°C	390,53 (limite inferior 190,15 - limite superior 550,84)
	80°C	380,54 (limite inferior 80,70 - limite superior 670,93)
Broto de palma Miúda	50°C	600,95 (limite inferior 100,36 - limite superior 1320,54)
	60°C	890,22 (limite inferior 540,86 - limite superior 1320,78)
	70°C	450,16 (limite inferior 110,89 - limite superior 590,53)
	80°C	410,39 (limite inferior 120,42 - limite superior 680,71)

Dose Letal (DL₅₀)

Para a farinha de broto de palma Gigante, observou-se a diminuição da DL₅₀ à medida que se eleva a temperatura; é provável que este comportamento tenha sido induzido pela concentração de compostos químicos com a elevação da temperatura, o que influenciar diretamente neste aspecto. A farinha obtida na temperatura de 50 e 60 °C apresentou leve toxicidade com uma DL₅₀ variando de 740,76 a 940,63 µg (mL)⁻¹; as demais farinhas obtidas

nas temperaturas de 70 e 80 °C apresentaram DL₅₀ entre 390,53 e 380,54 µg (mL)⁻¹ consideradas com possível toxicidade moderada (Tabela 4.6).

A farinha de broto de palma Miúda apresentou comportamento similar ao da farinha de broto de palma Gigante (Tabela 4.6) com diminuição da DL₅₀ e com o aumento da temperatura, exceto para a temperatura de 60 °C que obteve o maior valor da DL₅₀, alcançando 890,22 µg (mL)⁻¹, sendo considerada com uma possível fraca toxicidade, assim como a farinha obtida com a temperatura de 50 °C que obteve DL₅₀ de 600,95 µg (mL)⁻¹; para as demais farinhas obtidas com as temperaturas 70 e 80 °C apresentaram DL₅₀ variando entre 450,16 a 410,39 µg (mL)⁻¹, consideradas com toxicidade moderada.

Pereira et al. (2012b) constataram, avaliando a toxicidade de brotos de palma minimamente processados do genótipo Redonda uma DL₅₀ de 193,33 µg (mL)⁻¹ considerada com toxicidade moderada. Valores abaixo dos encontrados neste estudo, podem ser atribuídos à natureza química do material estudado, como explicam Pereira et al. (2015) que, estudando a toxicidade em plantas condimentares, ressaltam que o potencial tóxico das substâncias está ligado principalmente à sua composição química, sobretudo nas proteínas e compostos fenólicos podendo ser relacionado aos elevados teores de compostos fenólicos (Figura 4.20) influenciando os baixos valores de DL₅₀ encontrados.

4.3.2 Teste de toxicidade aguda com camundongos

Para confirmação da toxicidade constatada nas farinhas frente à *Artemia Salina* (Tabela 4.6) foi determinada de forma aguda em camundongos, utilizando-se como extrato as farinhas obtidas na temperatura de 50 °C para o broto de palma Miúda e 60 °C para o broto de palma Gigante.

No teste de toxicidade aguda foram avaliados vários padrões comportamentais entre os animais do grupo controle e experimental. Não houve morte durante os 14 (quatorze) dias de observação dos animais que receberam oralmente, 1000 mg kg⁻¹; portanto não foi possível determinar a DL₅₀ (SOUSA, et al. 2005) demonstrando que o produto não possui efeito tóxico (DISTASI, 1996). Não houve alterações significativamente diferenciadas dos animais controle. Nos 1 e 2º parâmetro – estimulante, não foram observados hiperatividade, irritabilidade, agressividade, tremores, convulsões, piloereção, movimento de vibrissas nem no parâmetro – depressor os animais apresentaram alterações diferenciais referentes ao grupo controle (BRASIL, 2004; MARIZ, et, al. 2006; CRAVEIRO et, al. 2008).

Relacionados ao Sistema Nervoso Autônomo, foram avaliados estado, como diarreia, constipação, defecação aumentada, lacrimejamento, micção, cianose, tono muscular e força para agarra; contudo e de maneira geral, não houve alterações significantes diferentes das do grupo controle.

A média final de peso do grupo macho de farinha de palma Gigante que recebeu extrato, foi de $41 \pm 1,83$ g e a do grupo macho de farinha de palma Miúda, de $42,6 \pm 0,87$ e do grupo controle foi de $39,02 \pm 2,41$ g (Tabela 4.7).

Tabela 4.7 – Evolução dos pesos ponderal inicial e final dos grupos machos

Grupo – Machos	Peso (g)	
	Inicial	Final
Controle	$39,02a \pm 2,41$	$41,09a \pm 1,27$
Farinha de palma Gigante	$38,73a \pm 2,86$	$41,0a \pm 1,83$
Farinha de palma Miúda	$39,09a \pm 4,43$	$42,6a \pm 0,87$

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

Para a análise de peso final das fêmeas, foi aplicado o mesmo teste utilizado nos machos, não havendo diferença entre si (Tabela 4.8).

Tabela 4.3.3 – Evolução dos pesos ponderal inicial e final dos grupos fêmeas

Grupo – Fêmeas	Peso (g)	
	Inicial	Final
Controle	$31,52a \pm 0,9$	$32,22a \pm 0,86$
Farinha de palma Gigante	$31,26a \pm 1,04$	$32,06a \pm 1,46$
Farinha de palma Miúda	$31,96a \pm 1,5$	$32,66a \pm 1,5$

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

Para o peso dos órgãos (fígado e rim) não foram observadas diferenças significativas entre a média de peso desses órgãos, em que os animais do grupo controle e experimental receberam 1000 mg kg^{-1} de extrato farinha de palma (Tabela 4.9).

Tabela 4.9 - Valores médios do peso absoluto e relativo dos órgãos (fígado e rim) dos animais machos e fêmeas, controle e tratados com farinha de palma.

Grupos	Peso do fígado (g)	Peso do rim (g)
Grupo Macho		
Controle	2,04a ± 0,08	0,58a ± 0,08
Farinha de palma Gigante	2,17a ± 0,09	0,54a ± 0,01
Farinha de palma Miúda	2,31a ± 0,02	0,59a ± 0,07
Grupo Fêmea		
Controle	1,69a ± 0,12	0,51a ± 0,05
Farinha de palma Gigante	1,88a ± 0,31	0,49a ± 0,51
Farinha de palma Miúda	1,73a ± 0,01	0,45a ± 0,03

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

O consumo médio de ração entre os grupos estudados (Tabela 4.10) apresentou similaridade entre os valores (machos/machos, fêmeas/fêmeas) mas não foi observada, em nenhum animal, redução de apetite diante a dieta.

Tabela 4.10 – Consumo de alimento (média ± Dp.) entre camundongos albinos machos e fêmeas, sem e com farinha de palma.

Grupos	Peso (g)
	Inicial
Grupo Macho	
Controle	5,30a ± 0,22
Farinha de palma Gigante	4,73a ± 0,40
Farinha de palma Miúda	4,73a ± 0,37
Grupo Fêmea	
Controle	4,95a ± 0,29
Farinha de palma Gigante	4,31a ± 0,37
Farinha de palma Miúda	4,73a ± 0,34

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

4.4 Determinações químicas em farinha de broto de palma

A partir das farinhas obtidas de brotos de palma Gigante e Miúda, realizaram-se as determinações químicas nas farinhas em 4 diferentes temperaturas.

4.4.1 Proteína

Não se observou efeito significativo para a variável proteína na farinha de broto de palma Gigante, apresentando o $\bar{y} = 8,35$ e $\chi^2 = 0,362$ (Figura 4.6 A), contudo a farinha de broto de palma Miúda apresentou significância ($P < 0,05$) em função do aumento da temperatura, com o melhor ajuste para o modelo linear, em que $\hat{y} = - 0,742x + 0,100$, $\chi^2 = 0,189$, $R^2 = 0,935$ (Figura 4.6 B).

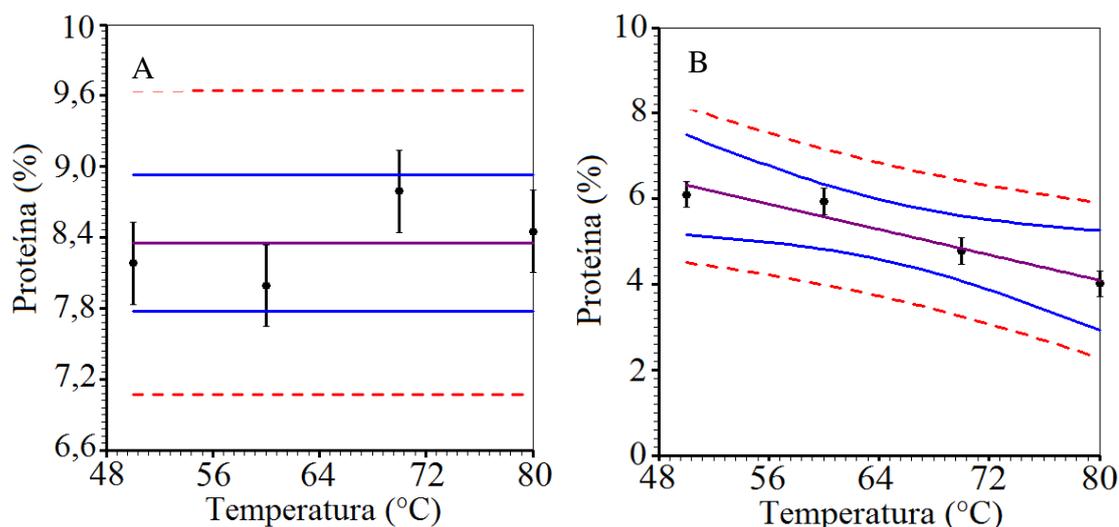


Figura 4.6 - Teor de proteína em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada às linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

A farinha de broto de palma Gigante apresentou comportamento atípico, com a elevação dos valores de proteína nas temperaturas de 70 e 80 °C (Figura 4.6 A) comportamento este podendo ser atribuído às altas temperaturas que podem promover uma rápida secagem criando uma camada superficial espessa no material, protegendo a integridade proteica da farinha tal como também a própria forma da disposição do material nas bandejas influenciando na degradação das proteínas pela temperatura.

O percentual de proteína em farinha de broto de palma Miúda diminuiu em função do aumento da temperatura (Figura 4.6 B). Sendo este um comportamento esperado haja vista que a maioria das proteínas é degradada em função do aumento da temperatura. Segundo Bobbio e Bobbio (1995) as proteínas quando submetidas ao tratamento térmico, sofrem mudanças nas suas propriedades sendo destruídas principalmente as propriedades fisiológicas. O teor proteína é fator preponderante no processo de secagem, considerada indicador de qualidade final do produto.

Os valores encontrados neste trabalho foram superiores aos obtidos por Nascimento et al. (2011) que encontraram aproximadamente 5,3, 5 e 4,1% de proteínas em extrato seco de cladódios de palma nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, respectivamente.

Constataram-se percentuais elevados de proteína na farinha de broto de palma Gigante quando comparado com o da cultivar Miúda, é notório o acréscimo desta variável com o processo de obtenção da farinha, quando comparado com o material in natura (Tabela 4.3).

Em seus estudos Santos (2009) constatou, avaliando a qualidade de farinha de batata em diferentes temperaturas, comportamento similar ao da farinha de broto de palma Miúda com diminuição do teor proteico em função do aumento da temperatura.

4.4.2. Lipídeos

Não foi observado efeito significativo para o percentual de lipídeos em farinha de broto de palma Gigante e Miúda, apresentando $\bar{y} = 1,33$, $\chi^2 = 0,146$ (Figura 4.7 A) para farinha de broto de palma Gigante e $\bar{y} = 1,186$, $\chi^2 = 0,553$ (Figura 4.7 B) para farinha de broto de palma Miúda, respectivamente.

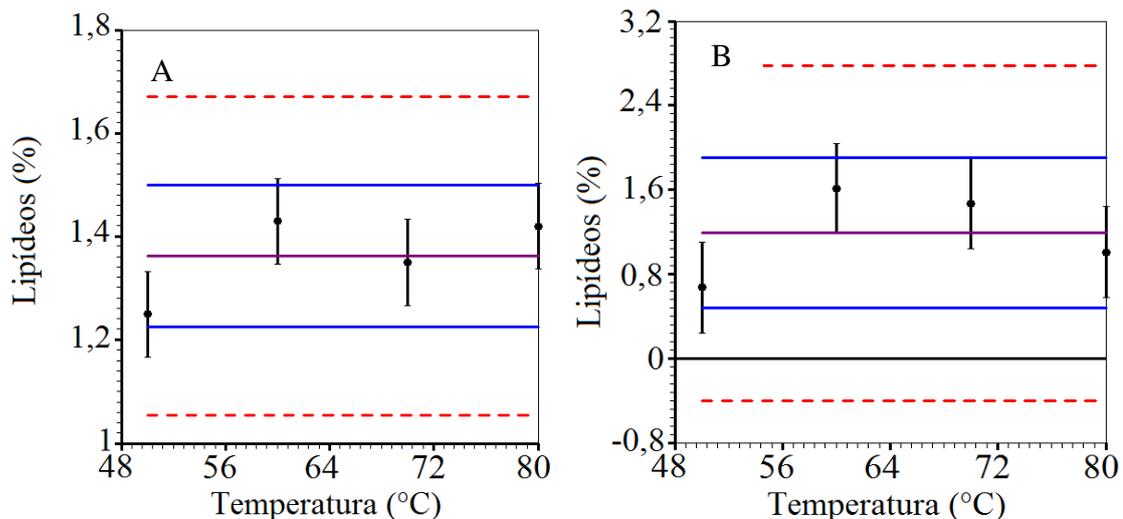


Figura 4.7 - Teor de lipídeos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Houve acréscimo dos teores de lipídeos nas farinhas com o aumento da temperatura (Figura 4.8) observou-se, porém, diminuição desses valores em função da mesma, em que cada farinha apresentou comportamento singular. A farinha de broto de palma Gigante na temperatura de 70 °C se destaca com uma brusca redução dos seus teores de lipídeos quando comparadas com as outras temperaturas (Figura 4.7A); já para a farinha de broto de palma Miúda, essa redução de percentuais lipídicos ocorreu de forma progressiva até a temperatura de 80 °C (Figura 4.7 B); este comportamento pode ser atribuído à oxidação dos lipídeos em função da elevação temperatura.

Gusmão (2011) obteve em seus estudos com caracterização de farinha de palma, a média de 3,04% de lipídeos em cladódios de palma submetidos à secagem em temperatura a 60 °C, valores esses superiores aos encontrados neste estudo; tal elevação pode ser atribuída à composição do material vegetal, principalmente pela sua idade, que quanto mais avançada apresenta maior lignificação dos tecidos fibrosos acarretando na maior produção de compostos lipídicos, como o de resinas vegetais e ceras, maximizando essa variável no extrato seco do vegetal.

Silva et al. (2008) obtiveram, em estudos com a obtenção de farinha de fibra de maracujá em diferentes temperaturas, valores que se distinguem aos deste trabalho e com a constância dos teores de lipídeos à medida que se eleva a temperatura; contudo, deve-se levar

em consideração a atividade de água e a própria natureza química do produto que influenciará, de forma direta, na qualidade do produto final.

4.4.3 Carboidratos

Não se observou efeito significativo para o percentual de carboidratos em farinha de broto de palma Gigante (Figura 4.8 A), apresentando $\bar{y} = 0,650$, $\chi^2 = 0,317$; entretanto, a farinha obtida de broto de palma Miúda (Figura 4.8 B) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) do percentual de carboidratos em função do aumento da temperatura, sinalizando o melhor ajuste para o modelo linear, onde $\hat{y} = 0,296x + 0,514$, $\chi^2 = 0,827$, $R^2 = 0,841$, respectivamente.

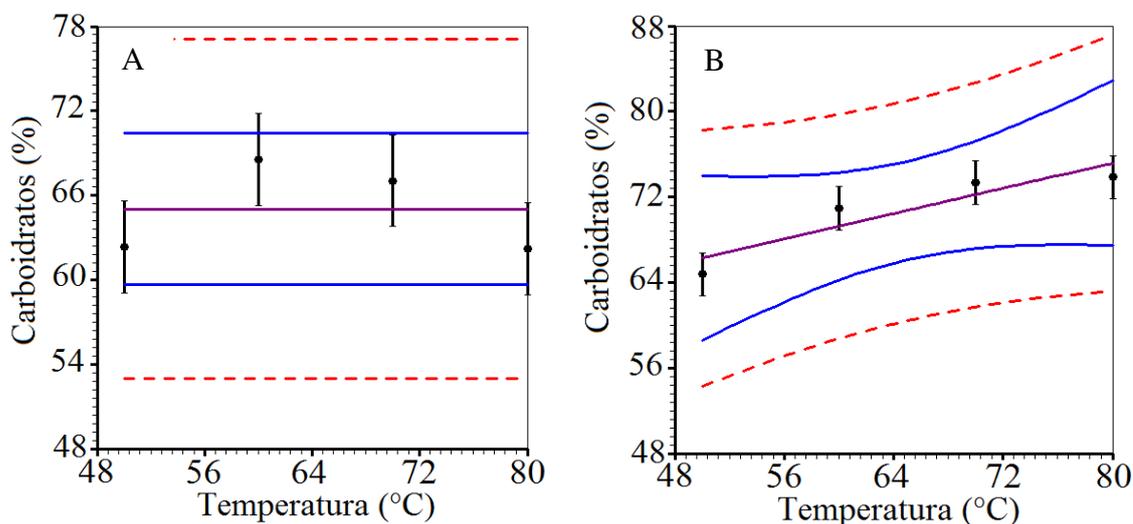


Figura 4.8 - Teor de carboidratos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

O percentual de carboidratos em farinha de broto de palma Gigante (Figura 4.8 A) elevou-se até a temperatura de 60 °C, posteriormente ocorreu uma diminuição com o aumento da temperatura; possivelmente este efeito se deu pela conversão desses carboidratos em açúcares pelo aumento da temperatura, comportamento similar encontrado nos teores de açúcares totais da farinha de broto de palma Gigante (Figura 4.15 A).

Para a farinha de broto de palma Miúda os percentuais de carboidratos se elevaram em função do aumento da temperatura. Foi observada variação de 62,19 a 67,03% para farinha da

cultivar Gigante e 64,75 a 71,35% para a farinha da cultivar Miúda (Figura 4.8 B); essa divergência nos percentuais nas cultivares é atribuída à composição do material *in natura* (Tabela 4.3).

Corroborando com este trabalho, Formiga e Costa (2015) obtiveram, trabalhando com caracterização de farinha de broto de palma, valores semelhantes para o percentual de carboidratos encontrados neste trabalho, variando de 68 a 73%. Borges et al. (2009) constataram, estudando a obtenção e qualidade de farinha de jaca em diferentes temperaturas, comportamento similar com o aumento do percentual de carboidratos em função da temperatura variando de 58,38 a 61,94% para as temperaturas de 60 e 70 °C.

4.4.4 Cinzas

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para o percentual de cinzas em farinha de broto de palma Gigante em função da elevação da temperatura apresentando o melhor ajuste para o modelo polinomial, em que $\hat{y} = 0,122 - 0,341x + 0,275x^2$, $\chi^2 = 0,812$, $R^2 = 0,981$ (Figura 4.9 A); contudo, a farinha de broto de palma Miúda não apresentou significância para o percentual de cinzas em função da temperatura, onde $\bar{y} = 17,60$, $\chi^2 = 0,148$ (Figura 4.9 B), respectivamente.

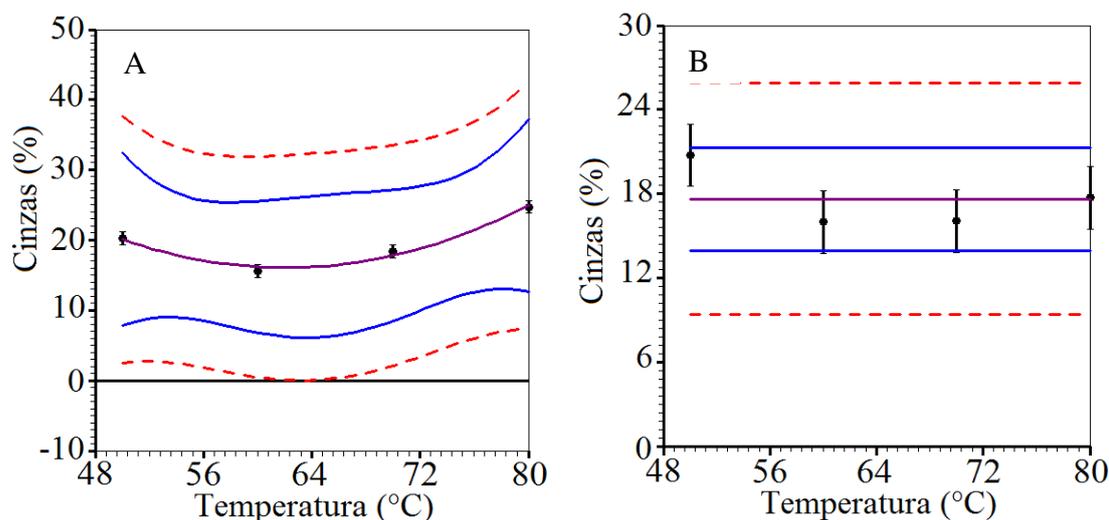


Figura 4.9 - Teor de cinzas em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os percentuais de cinzas nas farinhas produzidas com as duas cultivares de palma apresentaram comportamento similar com redução dos valores em função da elevação da temperatura até 60 °C; a partir desse ponto e à medida que se aumenta a temperatura, houve um incremento do percentual de cinzas até a temperatura de 80°C, variando de 15,57 a 24,72% para a cultivar Gigante (Figura 4.10 A) e 15,98 a 23,12% para a cultivar Miúda (Figura 4.10 B).

Gusmão (2011) obteve, trabalhando com farinha de cladódio de palma em diferentes granulometrias, obteve valores de cinzas que variaram de 13,00 a 16,66%, resultados condizentes com os encontrados neste estudo.

O teor de cinzas variou de conformidade com a quantidade de minerais e/ou material não aquoso presentes na amostra. É notório que os percentuais de cinzas presentes nas farinhas foram elevados, concordando com os dados da literatura que indicam grandes quantidades de minerais como cálcio, ferro e fósforo presente na constituição deste vegetal. Segundo Melo et al. (2003) o elevado teor de cinzas se justifica pela alta concentração de elementos minerais que a mesma contém destacando-se a elevada concentração de cálcio.

4.4.5 Umidade

Observou-se significância ($P < 0,05$) para o percentual de umidade nas farinhas obtidas com os brotos de palma Gigante e Miúda em função do aumento da temperatura, em que farinhas apresentaram o melhor ajuste para o modelo linear, sendo a farinha de broto de palma Gigante com $\hat{y} = -0,121x + 0,138$, $\chi^2 = 0,810$, $R^2 = 0,998$ (Figura 4.10 A) e a farinha de brotos de palma Miúda com $\hat{y} = -0,125x + 0,139$, $\chi^2 = 0,247$, $R^2 = 0,996$ (Figura 4.10 B) respectivamente.

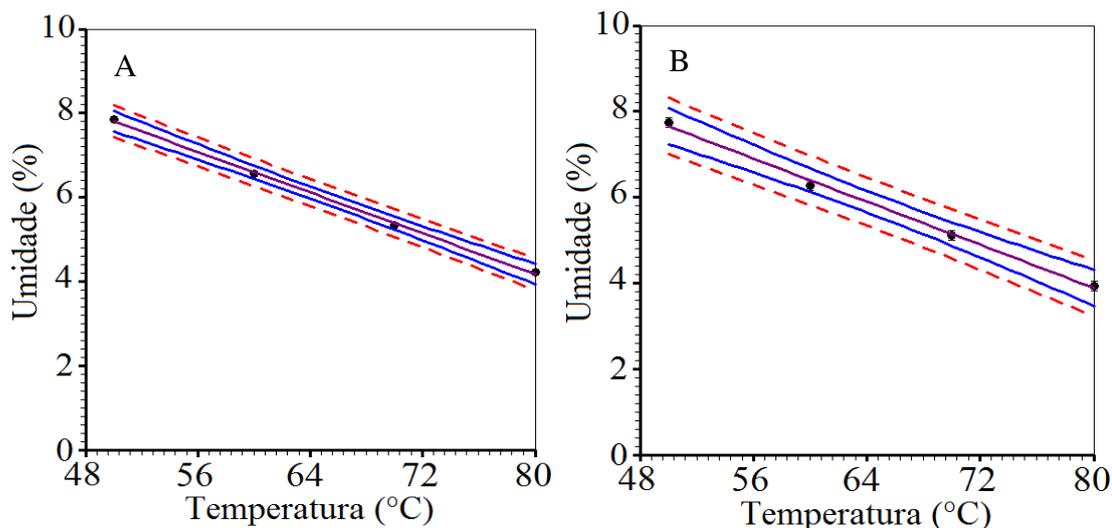


Figura 4.10 - Teor de umidade em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

O teor de umidade nas farinhas diminuiu em função do aumento da temperatura, independentemente do tipo de farinha, variando de 4,22 a 7,85% para farinha obtida da palma Gigante (Figura 4.10 A) obtendo-se um decréscimo de 53% ao longo das temperaturas e 3,94 a 7,74% para a farinha obtida da palma Miúda (Figura 4.10 B), respectivamente. De acordo com Reis (2002) a secagem é maior quando o alimento é submetido a temperaturas elevadas em função de o ar aquecido promover aquecimento do produto, aumentando a pressão de vapor e facilitando a saída de água, diminuindo consecutivamente, o percentual de umidade da farinha.

Silva et al. (2004) trabalhando com secagem de palma em estufa, constataram resultados coerentes com o deste trabalho, ocorrendo a redução na umidade com o aumento da temperatura, cuja temperatura de 60 °C que apresentou 16% e 70 °C 15,1% de umidade. Os percentuais de umidade também oscilavam em função da constituição física do material, ou seja, a água tende a ficar mais aderida aos cladódios mais lignificados dificultando, assim a sua remoção. Cladódios de palma jovens são menos lignificados, ou seja, mais suculentos, facilitando o processo de perda de água com o aumento da temperatura.

A umidade em farinha é uma característica indesejada, visto que, proporciona a rápida evolução no processo de deterioração do material, com a atividade elevada de água.

4.4.6 Sólidos solúveis

A farinha de broto de palma Gigante apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para o percentual de sólidos solúveis (SS) em função do aumento da temperatura; o melhor ajuste se deu em função do modelo polinomial, sendo que $\hat{y} = -0,430 - 0,289x - 0,244x^2$, $\chi^2 = 0,720$, $R^2 = 0,998$ (Figura 4.11 A); entretanto, a farinha de broto de palma Miúda não apresentou significância, cujo $\bar{y} = 2,872$, $\chi^2 = 0,230$ (Figura 4.11 B), respectivamente.

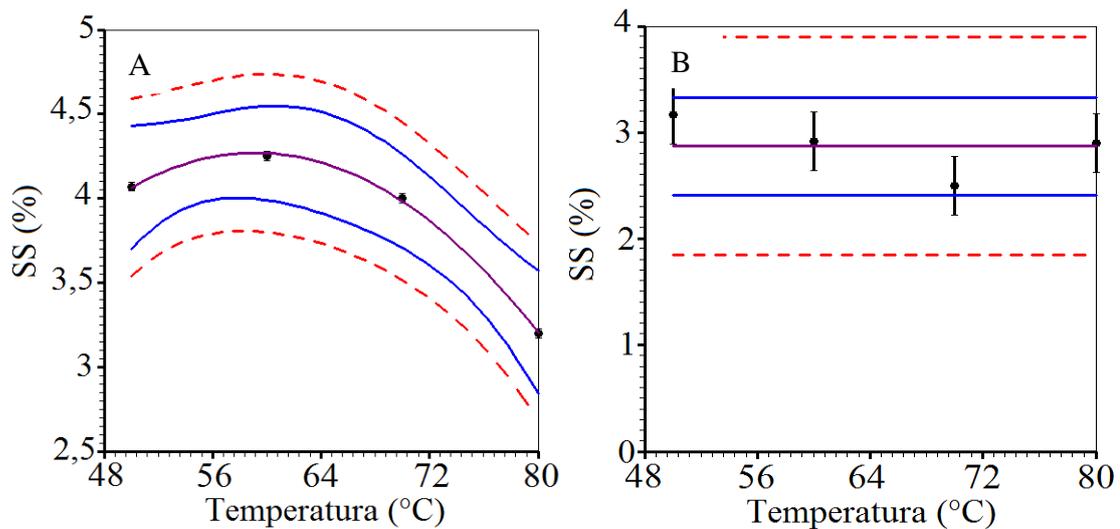


Figura 4.11 - Teor de sólidos solúveis (SS) em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Observou-se variação nos teores de sólidos solúveis nas farinhas obtidas dos brotos de palmas Gigante e Miúda em função das temperaturas; esta variação possivelmente pode ser atribuída ao consumo de açúcares e ácidos orgânicos em reações metabólicas em função do aumento da temperatura. Os maiores valores foram encontrados na farinha de broto de palma Gigante, variando entre 3,2 a 4,3% (Figura 4.11 A), e de 2,9 a 3,2% para a farinha de broto de palma Miúda (Figura 4.11 B).

Rodrigues (2006) observou, avaliando secagem de abacaxi cv. Pérola nas temperaturas de 60, 65 e 70 °C e velocidade do ar de 0,5, 0,75 e 1,0 m s⁻¹, um acréscimo nos teores de sólidos solúveis à medida que se aumenta a temperatura; segundo o mesmo autor, deu-se a remoção de água, que promove a concentração de solutos de modo que esses componentes

estão presentes em maiores quantidades por unidade de massa no alimento desidratado do que no alimento fresco. Destaca-se que essa variável é influenciada pela natureza do material a ser secado e pelas condições que ele se encontrava.

4.4.7 pH

O aumento da temperatura influenciou o pH das farinhas observando-se efeito significativo ($P < 0,05$), cuja a farinha de broto de palma Gigante obteve um melhor ajuste para o modelo polinomial, em que $\hat{y} = -0,138 + 0,180x - 0,137x^2$, $\chi^2 = 0,130$, $R^2 = 0,855$ (Figura 4.12 A), contudo a farinha de broto de palma Miúda se ajustou melhor ao modelo linear, cujo $\hat{y} = 0,106x + 0,369$, $\chi^2 = 0,387$, $R^2 = 0,591$, respectivamente (Figura 4.12 B).

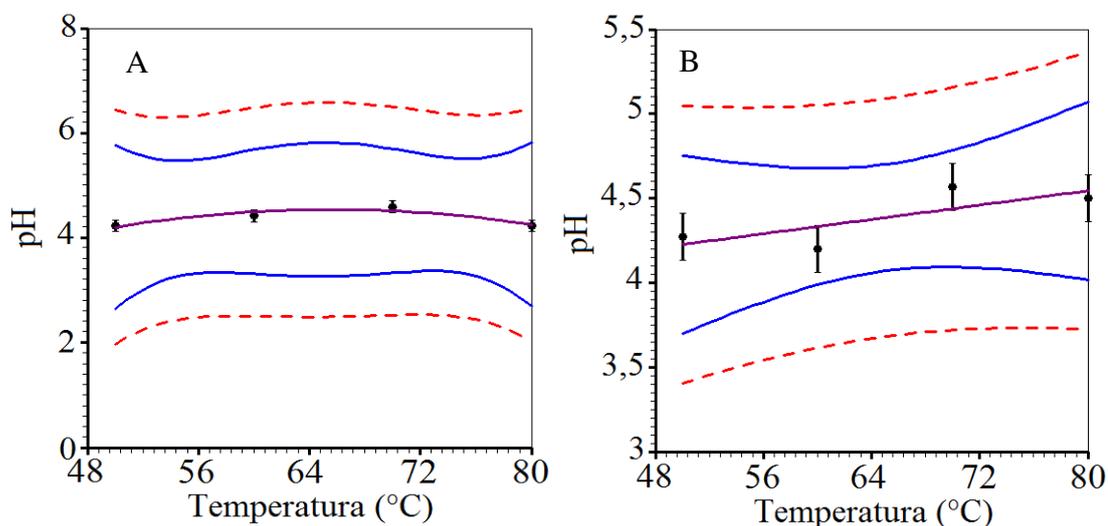


Figura 4.12 - Valores de pH em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

O pH das farinhas apresentou pouca variação mantendo-se praticamente constante quando submetidas às diferentes temperaturas, para as duas farinhas produzidas com broto de palma Gigante e Miúda (Figura 4.12), com o pH próximo ao encontrado no material de origem vegetal (Tabela 4.3), permanecendo ácido.

O pH é um relevante fator de conservação; quando ácido, restringe grande parte do crescimento de microrganismos patogênicos prolongando a longevidade do material e mantendo sua integridade e qualidade.

Gomes et al. (2006) constataram, estudando elaboração e composição de farinha de feijão, resultados que divergiram aos deste estudo para os valores de pH, variando de 6,28 a 7,35; contudo, deve-se levar em consideração o potencial hidrogeniônico do material vegetal utilizado que foi 6,37 e a própria natureza fisiológica do material a ser utilizado; é provável que esta divergência possa ser atribuída ao fator fisiológico.

4.4.8 Acidez titulável

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para o percentual de acidez titulável (AT) (% ácido málico) nas farinhas analisadas em função da elevação da temperatura, as farinhas de broto de palma Gigante e Miúda obtiveram o melhor ajuste para o modelo polinomial, a farinha de broto de palma Gigante com $\hat{y} = 0,650 - 0,222x - 0,188x^2$, $\chi^2 = 0,263$, $R^2 = 0,939$ (Figura 4.13), e a farinha de broto de palma Miúda com $\hat{y} = -0,481 + 0,171x - 0,125x^2$, $\chi^2 = 0,733$, $R^2 = 0,564$, respectivamente (Figura 4.13 B).

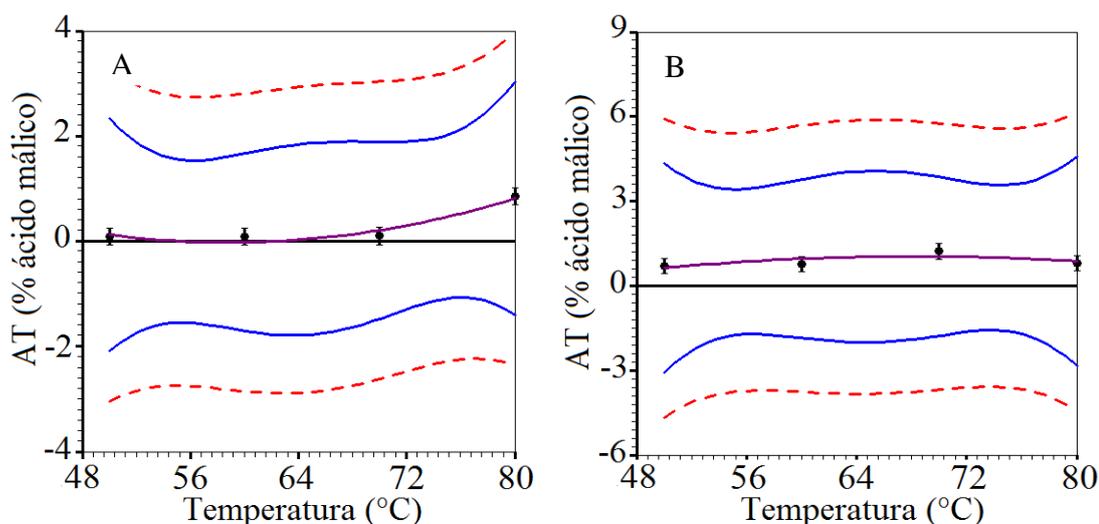


Figura 4.13 - Teor de acidez titulável (% ácido málico) em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

A acidez titulável apresentou em ambas as farinhas, variações. Para a farinha de brotos de palma Gigante houve uma elevação dos teores de AT com o aumento da temperatura de secagem, obtendo-se valores em torno de 0,1 a 0,9% de ácido málico (Figura 4.13 A), para a farinha de brotos de palma Miúda os teores de AT se elevaram até a temperatura de 70 °C,

com diminuição desses teores em função da elevação da temperatura para 80 °C, variando de 0,7 a 1,2% de ácido málico (Figura 4.13 B). Esta divergência pode ser atribuída ao fenômeno de transporte de água pela passagem de ar quente, em que os ácidos orgânicos presentes no suco celular são dispersos pelo extravasamento da membrana em função das altas temperaturas apresentando o acúmulo de acidez titulável, consumidos em reações enzimáticas com a elevação da temperatura.

Corroborando com este estudo, Nascimento et al. (2011) verificam, caracterizando farinha de cladódio de palma em diferentes temperaturas (60 e 70 °C) comportamento similar ao deste estudo para a acidez titulável, com o acréscimo do teor de acidez titulável à medida que se aumenta a temperatura. Cantwell et al. (1992) constataram que o teor de acidez titulável na palma (*Opuntia ficus-indica*) *in natura* varia de acordo com o tamanho dos cladódios, condições de manejo, estágio de desenvolvimento e condições de armazenamento.

4.4.9 Vitamina C

Os valores de vitamina C (ácido ascórbico) variaram em função do aumento da temperatura, sendo observado efeito significativo ($P < 0,05$) nas farinhas de broto de palma, que apresentaram o melhor ajuste para o modelo polinomial cuja farinha de broto de palma Gigante apresentou $\hat{y} = -0,134 + 0,811x - 0,632x^2$, $\chi^2 = 0,165$, $R^2 = 0,500$ (Figura 4.14 A), e a farinha de broto de palma Miúda apresentou $\hat{y} = -0,735 + 0,579x - 0,454x^2$, $\chi^2 = 0,140$, $R^2 = 0,862$ (Figura 4.14 B), respectivamente.

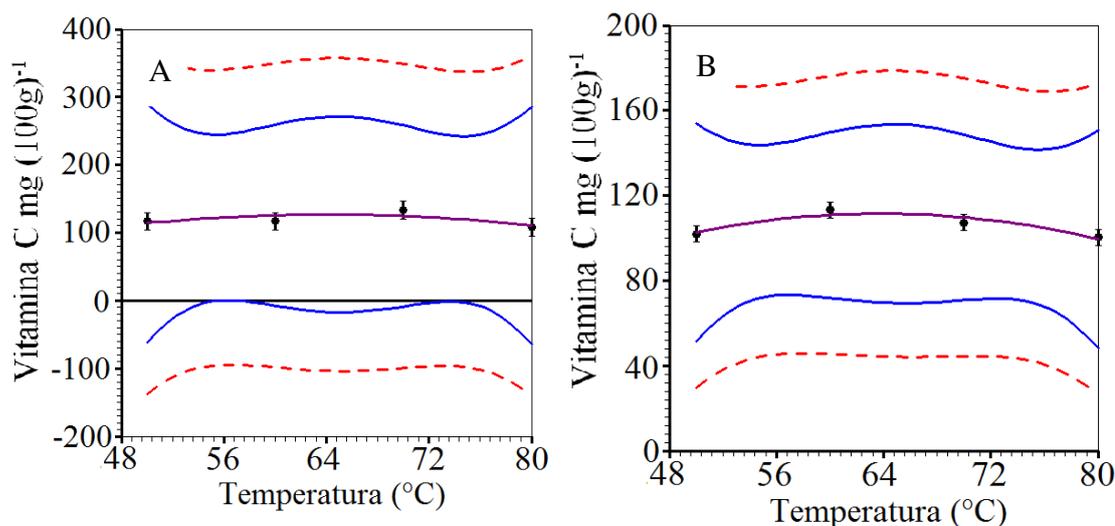


Figura 4.14 - Teor de vitamina C em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os menores valores de Vitamina C foram encontrados na temperatura de 80 °C, para as farinhas de brotos de palma provenientes das duas cultivares; a farinha de broto de palma Gigante apresentou os maiores índices de vitamina C variando de 107,66 a 132,80 mg (100 g)⁻¹ (Figura 4.14 A); houve variação de 100,4 a 113,31 mg (100 g)⁻¹ para farinha de broto de palma Miúda (Figura 4.14 B). É notório, a elevação deste parâmetro em forma de farinha quando comparado com o material vegetal minimamente processado (Tabela 4.3) esta discrepância pode ser atribuída pela concentração desta vitamina com o processo de obtenção da farinha haja vista que a vitamina C se encontra dispersa no suco celular e com a secagem ocorre o extravasamento na membrana celular possibilitando sua concentração na farinha. Como afirma Ordóñez Pereda (2005) quando a secagem inicial é muito rápida o vapor de água pode ser eliminado da superfície do produto com maior rapidez do que a água, que se desloca do centro do alimento, condições em que pode aparecer forte retração da camada superficial, que se comporta como película dura e impermeável e oferece forte resistência à transferência posterior de vapor. Com isto, a vitamina C que estava localizada no interior não foi lixiviada mas foi protegida pela camada superficial das altas temperaturas apresentando bons índices deste parâmetro, mesmo em altas temperaturas testadas.

Em seus estudos Borges et al. (2009) encontraram, com farinha de banana verde, valores inferiores de ácido ascórbico aos encontrados neste trabalho, de 15,12 mg (100 g)⁻¹.

Os valores de ácido ascórbico em farinha são influenciados não só pela natureza do material vegetal mas também pelas temperatura e velocidade do ar utilizado no processo de obtenção da farinha.

A vitamina C é importante para o funcionamento do organismo, prevenção e tratamento de doenças; os valores de vitamina C encontrados neste estudo atenderiam à necessidade de ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos, a qual é de 60 mg (YAMASHITA et al., 2003).

4.4.10 Açúcares totais

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para os valores de açúcares totais em ambas as farinhas, em função do aumento da temperatura, o melhor ajuste deu-se para o modelo polinomial, cuja farinha de broto de palma Gigante apresentou $\hat{y} = -0,484 + 0,224x - 0,179x^2$, $\chi^2 = 0,676$, $R^2 = 0,959$ (Figura 4.15 A) e para a farinha de broto de palma Miúda apresentou $\hat{y} = 0,576 - 0,142x + 0,101x^2$, $\chi^2 = 0,432$, $R^2 = 0,695$ (Figura 4.15 B), respectivamente.

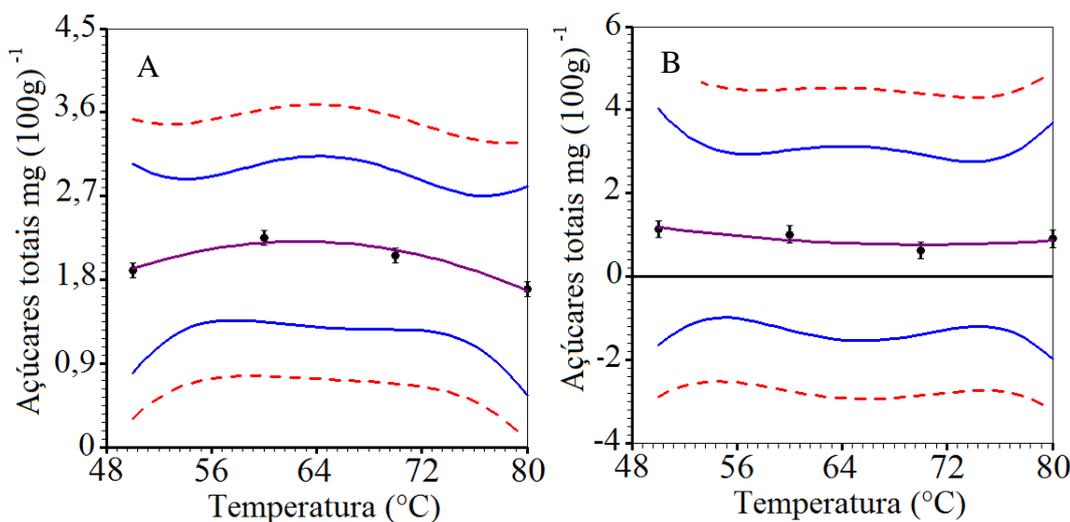


Figura 4.15 - Teor de açúcares totais em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os teores de açúcares totais variaram em função do aumento da temperatura, em ambos os tipos de farinha; para a farinha produzida com brotos de palma Gigante ocorreu pequena elevação na temperatura de 60 °C; posteriormente, deu-se diminuição progressiva desses valores em função do aumento da temperatura (Figura 4.15 A), possivelmente influenciados pelo consumo dos açúcares de cadeia simples em reações bioquímicas com a elevação da temperatura. A farinha de broto de palma Miúda apresentou comportamento similar com a diminuição desses valores à medida em que se elevou até a temperatura de 70 °C, que apresentou leve incremento dos teores de açúcares, ao final da temperatura de 80 °C (Figura 4.15 B).

Souza et al. (2008) verificaram, caracterizando farinha da casca de maracujá, obtiveram valores próximos aos encontrados neste estudo variando de 1,56 a 1,66 mg (100 g)⁻¹. Silva et al. (2007) avaliando a composição da farinha da vargem de algaroba encontraram valores que divergem dos deste trabalho, variando em torno de 56 g (100 g)⁻¹. Esta diferença é dada principalmente pela composição do material que originou a farinha.

4.4.11 Clorofila a

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a clorofila a, na farinha obtida com broto de palma Gigante em função do aumento da temperatura apresentando o melhor ajuste para o modelo polinomial, $\hat{y} = - 0,404 + 0,158x - 0,128x^2$, $\chi^2 = 0,433$, $R^2 = 0,996$ (Figura 4.16 A), entretanto, a farinha de broto de palma Miúda não apresentou efeito significativo cujo $\bar{y} = 36,005$, $\chi^2 = 0,813$ (Figura 4.16 B) respectivamente.

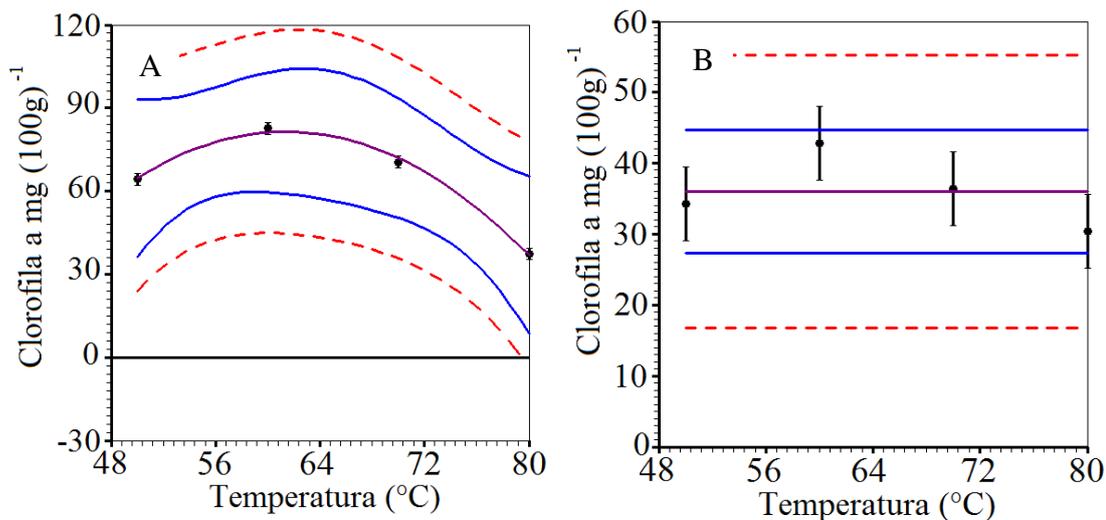


Figura 4.16 - Teor de clorofila a em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

A clorofila a apresentou o mesmo comportamento nas farinhas de broto de palma em diferentes temperaturas, com crescimento dos seus teores até a temperatura de 60 °C; após esta temperatura houve diminuição progressiva dos seus valores até a temperatura de 80 °C. Os maiores valores foram encontrados em farinha de broto de palma Gigante variando de 37,26 a 82,52 mg (100 g)⁻¹ (Figura 4.16 A) e 30,39 a 42,85 mg (100 g)⁻¹ para a farinha de broto de palma Miúda (Figura 4.16 B) respectivamente. Pereira et al. (2012a) constataram, trabalhando com caracterização de broto de palma *in natura*, valores de clorofila a de 0,13 a 0,5 mg (100 g)⁻¹, valores inferiores aos observados neste estudo sugerindo que a conversão de material vegetal em farinha eleva a taxa desse pigmento dos quais se fazem presentes no mesmo. A variação dos teores de clorofila pode ser atribuída a fatores ambientais, como luz e temperatura, que influenciam sua degradação (FARIAS, 2013). Engel e Poggiani (1991) relatam que a clorofila é constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) na presença da luz e que em condições elevadas de luminosidade e temperatura a velocidade de decomposição supera a de produção, afetando o equilíbrio que é estabelecido a uma concentração mais baixa.

4.4.12 Clorofila b

A temperatura influenciou significativamente ($P < 0,05$) nos teores de clorofila b nas farinhas de broto de palma, a farinha de broto de palma Gigante apresentou o melhor ajuste para o modelo polinomial, em que $\hat{y} = -0,151 + 0,564x - 0,449x^2$, $\chi^2 = 0,392$, $R^2 = 0,996$ (Figura 4.17 A); contudo, a farinha de broto de palma Miúda apresentou melhor ajuste para o modelo linear, $\hat{y} = -0,164x + 0,267$, $\chi^2 = 0,350$, $R^2 = 0,794$, respectivamente (Figura 4.17 B).

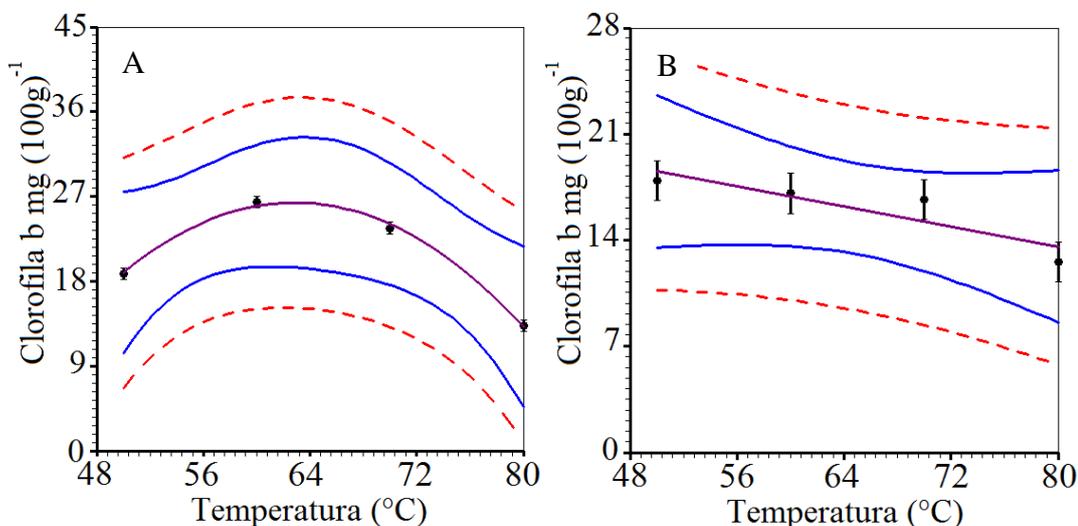


Figura 4.17 - Teor de clorofila b em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os valores de clorofila b encontrados na farinha de broto de palma variaram em função do material de origem e da temperatura, para a farinha de broto de palma Gigante o maior pico de clorofila b foi observado na temperatura de 60 °C, posteriormente com o aumento da temperatura houve um decréscimo desses valores variando de 13,3 a 26,4 mg (100 g)⁻¹ (Figura 4.17 A); para a farinha de broto de palma Miúda ocorreu o decréscimo dos valores de clorofila b em função do aumento da temperatura, variando de 12,56 a 17,92 mg (100 g)⁻¹ (Figura 4.17 B), respectivamente; essa diminuição pode ter sido ocasionada em função da degradação dos fotossistemas responsáveis pela assimilação deste pigmento, com o aumento da temperatura.

Pereira e Costa (2012) verificaram, trabalhando com broto de palma minimamente processado, teores de clorofila B variando de 0,4 a 0,8 mg (100 g)⁻¹, valores inferiores aos encontrados neste estudo, porém é notório que a quantidade de clorofila varia em função do material vegetal utilizado no processo de obtenção da farinha, ocorrendo uma tendência à concentração desses teores, em função da retirada da água do tecido vegetal pela adição de calor.

4.4.12 Clorofila total

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a clorofila total na farinha obtida com broto de palma Gigante em função do aumento da temperatura com melhor ajuste para o modelo polinomial $\hat{y} = -0,555 + 0,214x - 0,173x^2$, $\chi^2 = 0,730$, $R^2 = 0,996$ (Figura 4.18 A); contudo, a farinha de broto de palma Miúda não apresentou significância cujo $\bar{y} = 52,035$, $\chi^2 = 0,145$, (Figura 4.18 B) respectivamente.

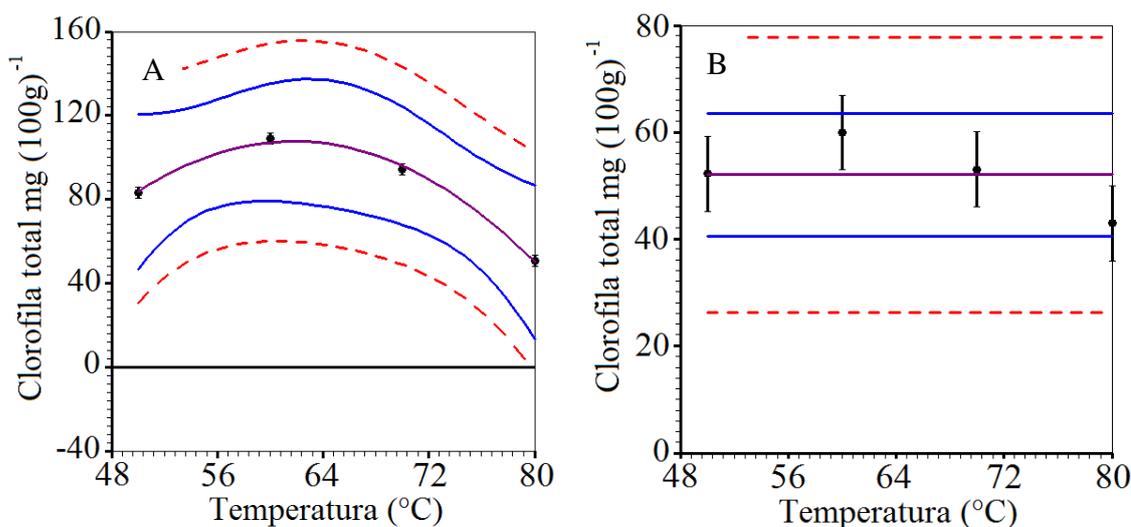


Figura 4.18 - Teor de clorofila total em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os valores de clorofila total variaram em função da temperatura com elevação dos teores de clorofila total até a temperatura de 60 °C e diminuição progressiva desses valores em função do aumento da temperatura até 80 °C; os maiores índices encontrados foram na farinha de broto de palma Gigante variando de 50,53 a 108,86 mg (100 g)⁻¹ (Figura 4.18 A) e

de 42,94 a 59,90 mg (100 g)⁻¹ para farinha de broto de palma Miúda (Figura 4.18 B), respectivamente. Pereira e Costa (2012) relatam que a redução nos teores de pigmentos fotossintéticos é devido possivelmente, à atividade de enzimas que atuam na degradação das clorofilas, como as clorofilases.

Farias (2013) observou, trabalhando com broto de palma em diferente estádios de maturação constatou valores de clorofila total de 1,03 e 2,44 mg (100 g)⁻¹, resultados que divergem dos encontrados neste estudo. Guevara et al. (2003) verificaram, avaliando as mudanças do conteúdo de clorofila total em brotos da cultivar ‘Milpa Alta’ de 15 cm de comprimento mantidos a 50 °C por até 35 dias, no primeiro dia de armazenamento teores de 15 mg/100 g de massa fresca.

Paulus et al. (2010) obtiveram, trabalhando com qualidade de alface produzida com água salina constatou valores de clorofila total de 1,46 mg (100 g)⁻¹, valores esses inferiores aos encontrados neste estudo.

4.4.13 Antocianinas

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para o teor de antocianinas nas farinhas de broto de palma em função do aumento da temperatura, em que a farinha de broto de palma Gigante teve um ajuste melhor para o modelo polinomial, apresentando $\hat{y} = -0,126 + 0,556x - 0,409x^2$, $\chi^2 = 0,106$, $R^2 = 0,901$ (Figura 4.19 A) entretanto, na farinha de broto de palma Miúda apresentou melhor ajuste para o modelo linear, com $\hat{y} = 0,425x + 0,312$, $\chi^2 = 0,238$, $R^2 = 0,275$, respectivamente (Figura 4.19 B).

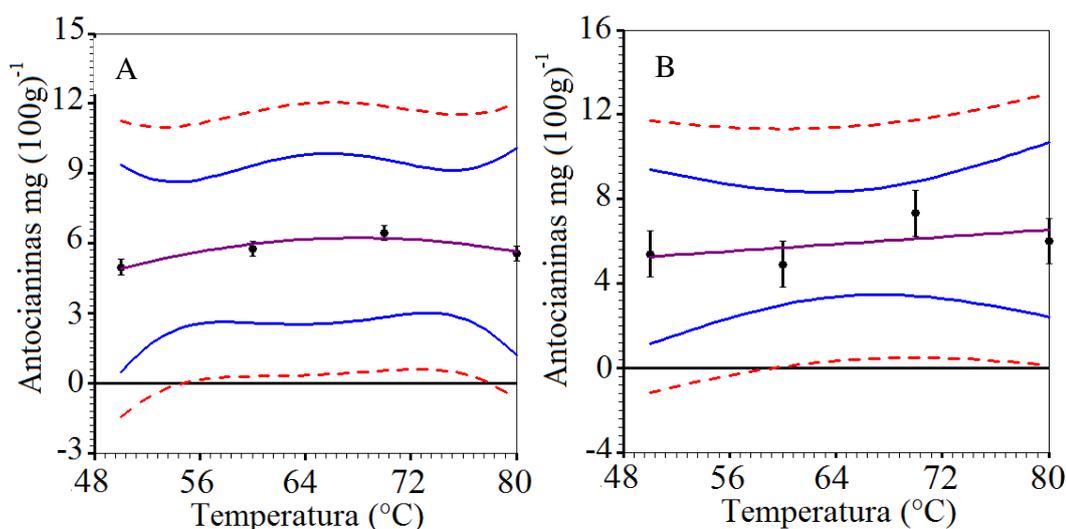


Figura 4.19 - Teor de antocianinas em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as

linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os teores de antocianinas na farinha de broto de palma Gigante se elevaram até a temperatura de 70 °C; com a elevação da temperatura de 80 °C os valores de antocianinas decresceram em função da mesma (Figura 4.19 A); já para a farinha de broto de palma Miúda observaram-se variações ao longo das temperaturas (Figura 4.19 B). Os maiores teores foram encontrados na farinha de broto de palma Miúda variando entre 5,52 a 7,37 mg (100 g)⁻¹ e 4,97 a 6,98 mg (100 g)⁻¹ em farinha de broto de palma Gigante (Figura 4.19), respectivamente. Este comportamento pode ser explicado pela síntese desse composto bioativo com o intuito de retardar o processo de oxidação, ocasionando pela temperatura. Além de suas funções como corantes naturais, as antocianinas têm apresentado grande potencial farmacológico, que incluem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, inibição da oxidação do LDL, diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares e de câncer (CHANG et al., 2006; CHEN et al., 2006; GARCIA-ALONSO et al., 2008; TOUFEKTSIAN et al., 2008; XIA et al., 2009).

Costa et al. (2012b) obtiveram, trabalhando com farinha de araticum processada, obteve comportamento similar com o aumento no teor de antocianinas em função do aumento da temperatura. Barros et al. (2011) estudando a determinação de composto bioativo da farinha do noni, valores de antocianinas inferiores aos encontrados neste trabalho de 1,68 e 4,38 mg (100 g)⁻¹.

4.4.14 Compostos fenólicos

Foi significativo ($P < 0,05$) o efeito para o teor de compostos fenólicos nas farinhas de broto de palma em função do aumento da temperatura; a farinha de broto de palma Gigante apresentou o melhor ajuste para o modelo polinomial, em que $\hat{y} = 0,101 - 0,271x + 0,213x^2$, $\chi^2 = 0,121$, $R^2 = 0,942$ (Figura 4.20 A), a farinha de broto de palma Miúda apresentou melhor ajuste para o modelo linear, com $\hat{y} = -0,457x + 0,762$, $\chi^2 = 0,179$, $R^2 = 0,853$, respectivamente (Figura 4.20 B).

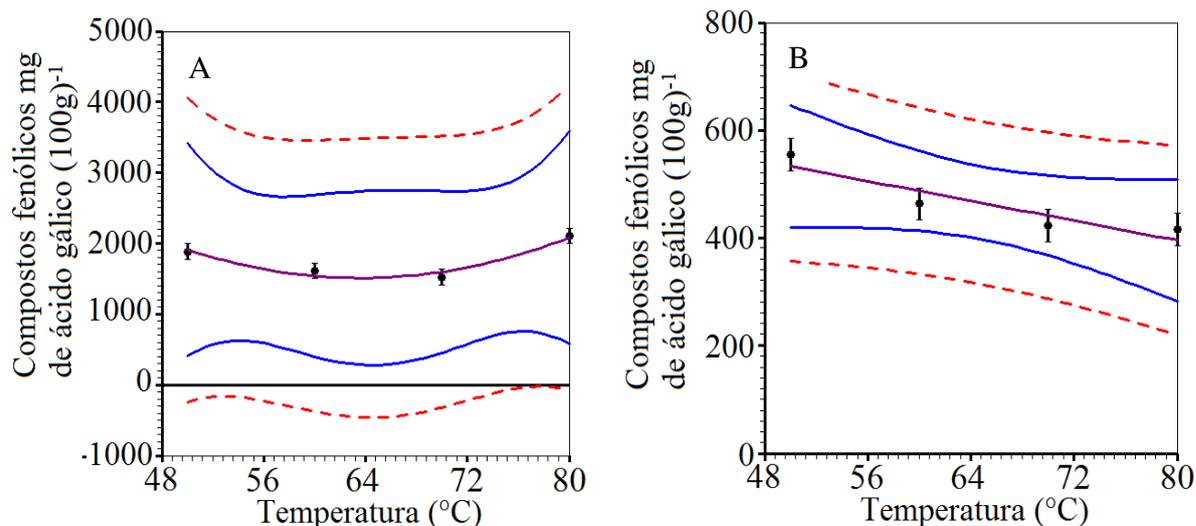


Figura 4.20 - Teor de compostos fenólicos em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os teores de compostos fenólicos para a farinha de broto de palma Gigante apresentaram diminuição progressiva com a elevação da temperatura até 70 °C; contudo, ocorreu um pequeno acréscimo dos seus valores com o aumento da temperatura aos 80 °C, variando de 214,98 a 1521,52 mg de ácido gálico (100 g)⁻¹ (Figura 4.20 A). Já para a farinha de broto de palma Miúda essa diminuição se deu de forma progressiva sempre que a temperatura elevou-se, variando de 415,89 a 555,13 mg de ácido gálico (100 g)⁻¹ (Figura 4.20 B), respectivamente. Os maiores índices foram encontrados na farinha de broto de palma Gigante podendo ser atribuído ao elevado teor de compostos fenólicos dos brotos minimamente processados de palma Gigante, quando comparado com a Miúda (Tabela 4.3).

Segundo Dewanto et al. (2002) os compostos fenólicos são relatados como estáveis durante o processamento em condições de alta temperatura de modo que para compostos fenólicos mais ligados pode ocorrer aumento dos níveis devido à quebra de constituintes celulares. Esta diminuição encontrada nas farinhas em função da temperatura pode ser atribuída ao consumo dos compostos fenólicos em reações enzimáticas que ocorrem durante o processo de secagem.

Em nível celular os compostos fenólicos estão contidos nos vacúolos e são separados das enzimas oxidativas quando o fruto está intacto (MACHEIX; FLEURIET; BILLOT,

1990). Durante o processo térmico de desidratação a estrutura celular entra em colapso o que pode resultar no aumento dos níveis de compostos fenólicos e de enzimas oxidativas, liberados de suas matrizes celulares (TOOR e SAVAGE, 2006).

Cruz et al. (2012) constataram, trabalhando com determinação de teores de compostos fenólicos em tomates cereja secados em diferentes temperaturas, resultados distintos ao deste estudo, com a elevação dos teores sempre que se elevou a temperatura, variando de 25 a 31,14 mg de ácido gálico (100 g)⁻¹ nas temperaturas de 55 a 85 °C.

4.4.15 Flavonoides

A temperatura influenciou de significativamente ($P < 0,05$) no teor de flavonoides nas farinhas de broto de palma, com o melhor ajuste para o modelo polinomial; a farinha de broto de palma Gigante apresentou $\hat{y} = 0,438 - 0,798x + 0,691x^2$, $\chi^2 = 0,127$, $R^2 = 0,998$ (Figura 4.21 A) e a farinha de broto de palma Miúda apresentou $\hat{y} = 0,863 - 0,230x + 0,182x^2$, $\chi^2 = 0,282$, $R^2 = 0,918$, respectivamente (Figura 4.21 B).

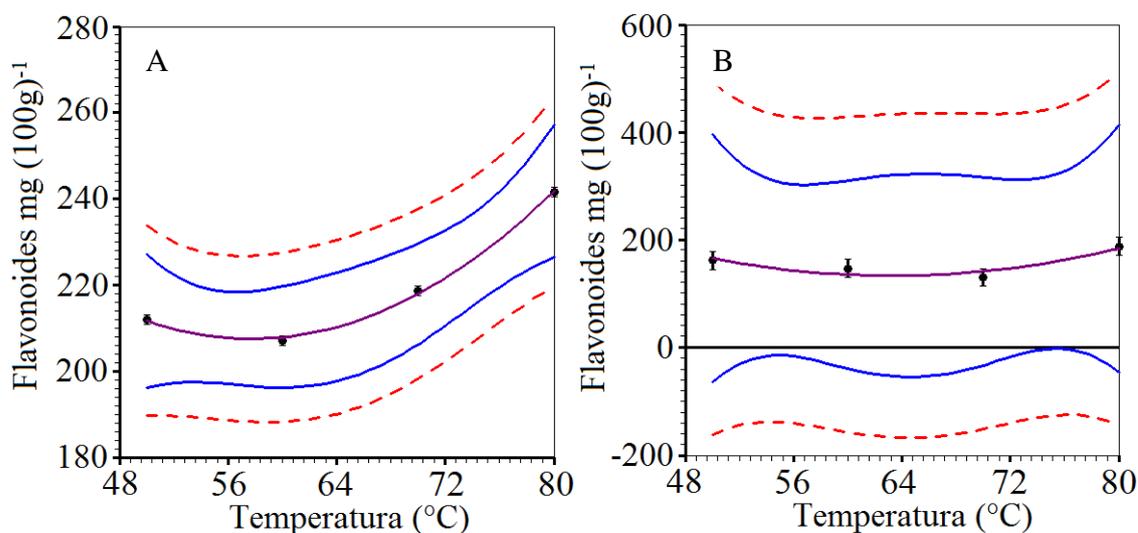


Figura 4.21 - Teor de flavonoides em farinha de broto de palma “Gigante” (A) e “Miúda” (B) obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas que definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

Os teores de flavonoides nas farinhas apresentaram comportamento distinto em função do material de origem e temperatura. Os valores encontrados neste composto bioativo para a farinha de broto de palma Gigante se elevaram em função do aumento da temperatura (Figura 4.21 A) comportamento este possivelmente de ter sido influenciado pela lise celular,

acarretada pela elevação da temperatura já que os flavonoides estão dissolvidos no suco celular, ou seja, com a elevação da temperatura rompe-se a membrana celular aumentando a sua concentração no meio. Como explicam Toor e Savage (2006) com o aumento da temperatura de secagem há um incremento no número de grupos fenólicos livres. Os valores encontrados deste composto bioativo na farinha de broto de palma Miúda apresentaram comportamento singular com sua diminuição até atingir a temperatura de 70 °C; contudo, deu-se um incremento desses valores com a elevação da temperatura para 80 °C (Figura 4.21 B). Este comportamento pode ser explicado pelo consumo em suas principais rotas metabólicas formadoras, na síntese de outros compostos com a elevação da temperatura.

Os maiores valores de flavonoides foram obtidos na farinha de broto de palma Gigante, que variaram de 208,85 a 238,44 mg de ácido gálico (100 g)⁻¹ com um incremento total de 12,4% e variando de 128,91 a 187,61 mg de ácido gálico (100 g)⁻¹ em farinha de broto de palma Miúda com incremento total de 31,3% na maior temperatura, respectivamente.

Costa et al. (2012a) obtiveram, desenvolvendo trabalhos com obtenção e caracterização de farinha de jatobá em diferentes temperaturas, tendência comum como a constatada neste trabalho para flavonoides em farinha de broto de palma Gigante, além do aumento deste composto bioativo em função da elevação da temperatura. Comportamento encontrado também na farinha de araticum em diferentes temperaturas, ocorrendo a elevação dos flavonoides com o aumento da temperatura (COSTA et al., 2012b).

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que:

- ✓ A temperatura influenciou na qualidade farinha;
- ✓ Os brotos minimamente processados de palma Gigante apresentaram características físico-químicas superiores às dos brotos de palma Miúda;
- ✓ A farinha obtida com o broto de palma Gigante na temperatura de 60° C apresentou os melhores percentuais químicos;
- ✓ A farinha obtida com o broto de palma Miúda na temperatura de 50° C apresentou os melhores percentuais químicos.
- ✓ O processamento mínimo mostrou-se como técnica viável para a manutenção da sanidade microbiológica nos brotos apresentando ausência de contaminação nas características avaliadas;
- ✓ Os brotos de palma minimamente processados não apresentaram efeito tóxico;
- ✓ A farinha obtida dos brotos de palma não possui efeitos tóxicos no teste agudo de toxicidade com camundongos;
- ✓ O melhor ajuste foi encontrado no modelo de Page para a cinética de secagem de brotos de palma minimamente processados Gigante e Miúda, com os melhores R^2 e χ^2 ;

6. Sugestões para trabalhos futuros

- ✓ Determinar o potencial toxicológico da farinha de broto de palma de forma crônica *in vivo* com camundongos;
- ✓ Realizar experimentos de secagem contínua e intermitente em brotos de palma, com diferentes períodos de intermitência;
- ✓ Determinar a condição de contorno apropriada para descrever o processo de secagem através de modelos de difusão;
- ✓ Determinar as características físico-químicas da farinha de brotos de palma obtida com secagem intermitente;
- ✓ Realizar o armazenamento da farinha obtida e avaliar a sua qualidade durante o tempo de armazenamento;
- ✓ Utilizar a tecnologia da panificação e elaborar pães, bolos e biscoitos, com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de broto de palma.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, P. J. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R.; Viabilidade econômica de produção de lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.28-35. 2006.
- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.3, n.3, p.349-353, 1999.
- AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. K. S.; CASTRO, A. A. Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, v. 7, p. 1-6, 2011.
- ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; VILAS BOAS, B. M.; SOUZA, E. D. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v.30, n.3, p.625-634. 2010.
- ANDRADE, E. T. Qualidade até o final: Secagem certa. **Cultivar Máquinas**. v.III, n.25, 15p, 2003.
- ARAÚJO FILHO, J.T. Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill.)- Clone IPA-20. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2000, 78p.
- ANVISA. Farinhas. Resolução CNNPA nº 12, Diário Oficial da União de 24 de julho de 1978. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_farinhas.htm. Acesso em: 22/02/2016.
- BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. **Paraíba: SEBRAE/PB**, 2001. 240 p.
- BARROS, N. V. D. A.; PORTO, R. L.; SILVA, M. D. G.; LEAL, M. J.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. D. R. Determinação de compostos bioativos na polpa e farinha do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Nutrire**, Jardim Paulista-SP, n.36, p.260-260. 2011.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. 2 ed. **São Paulo: Varela**: 1995, 223p.
- BOLIN, H.R.; STAFFORD, A.D.; KING JR., A.D. e HUXSOLL, C.C. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. **Journal of Food Science**. V. 42, p.1319-1321, 1977.
- BORGES, A.B.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n 2, p. 333-339. 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução no 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para

alimento. Disponível em: <http://dzetta.com.br/info/wp-content/uploads/2011/06/dzetta-Resolucao-RDC-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf> Acesso em: 10 out. 2015.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4 ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**. 1020 p.2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução N° 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005

BRAVO-HOLLIS, H. Las cactáceas de México. 2nd ed., Vol. 1., México D.F.: **Universidad Nacional Autónoma de México**. 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Portaria SVS n. 451 de 19 de setembro de 1998**. Aprova o regulamento técnico princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos e seus anexos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 22 de Setembro de 1998.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RESOLUÇÃO-RE N° 90, de 16 de Março de 2004.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds. **Westport: The AVI Publishing Company**, 1992. 450 p.

CAVALCANTE, A.S.; CAVALCANTE, F. N.; RANGEL, A. H. N.; LOPES, K. B. P. A palma forrageira: alternativa para o semiárido, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v.6, n.3, p.49-58, 2011.

CAMPELO, I.K.M. **Secagem em camada de espuma da polpa do figo-da-índia**. 2009. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

CAMPOS, A. R.; SILVA, F. L.; GOMES, J. P., OLIVEIRA, L. S.; OLIVEIRA, M. M. Isotermas de adsorção e calor isostérico da palma forrageira enriquecida proteicamente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.13, n.6, p.734-740. 2009.

CANTWEL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. University of California, Division of horticultural and natural resources, Davis, p. 273-281. 1992.

CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: **SEBRAE/PB**, 2001. p.123-139.

CHEN, P. N.; CHU, S. C.; CHIOU, H. L.; KUO, W. H.; CHIANG, C. L.; HSIEH, Y. S. Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. **Cancer Letters**, v.235, n.2, p.248, 2006.

CHIACCHIO, F.B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J.R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, nov. 2006.

CIACCO, C. F. CHANG, Y. K. Tecnologia de massas alimentícias. São Paulo: Ícone, 1986, 127p.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A. P.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**. vol.27 no.2 Jaboticabal May/Aug. 2007.

COSTA, A.; ROQUE-SPECHT, V. F.; CELESTINO, S.; CABRAL, Y. O. E.; CABRAL, D. O. E.; DINIZ, J. Estabilidade de compostos fenólicos e flavonóides nas farinhas de jatobá e pequi processadas em diferentes temperaturas. In Congresso Brasileiro de Fruticultura, Natal, 2012. Anais ... Natal, 2012a.

COSTA, A.; SOARES, F. L.; ROQUESPECHT, V. F.; BARBOSA-SILVA, D. E. N. I. S. E.; LIMA, H. C.; DINIZ, J. D. D. A. S. Estabilidade de antioxidantes na farinha de araticum processada a diferentes temperaturas. In Congresso brasileiro de fruticultura, Natal, 2012. Anais **Congresso brasileiro de fruticultura**, 2012b.

CHANG, Y.C.; HUANG, K.X.; HUANG, A.C.; HO, Y.C.; WANG, C.J. Hibiscus anthocyanins-rich extract inhibited LDL oxidation and oxLDL-mediated macrophages apoptosis. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 1015–1023, 2006.

CHIACCHIO, F.P.B.; MESQUITA, A.S.; SANTOS, J.R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49, 2006.

CRAVEIRO, A. C. S., CARVALHO, D. M. M., NUNES, R. S., FAKHOURI, R., RODRIGUES, S. A., SILVA, F. T., Toxicidade aguda do extrato aquoso de folhas de *Erythrina velutina* em animais experimentais. **Revista Brasileira Farmacognosia**. v18, 2008.

CRUZ, P. M. F.; BRAGA, G. C.; GRANDI, A. M. Composição química, cor e qualidade sensorial do tomate seco a diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1475-1486, 2012.

DEWANTO, V.; WU, X. Z.; ADOM, K. K.; LIU, R. H. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.10, p.3010-3014, 2002.

DISTASI, L. C. Plantas Medicinais – arte e ciência: Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: **Editora UNESP**.1996.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.129-135, 2010.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 4ª ed. Curitiba, **Champagnat**, 2013, 536p.

DUTCOSKY, S. D. Desenvolvimento de tecnologia de fabricação de biscoitos e massas alimentícias isentos de glúten a partir da farinha de arroz. Curitiba, 1995. 158p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Universidade Federal do Paraná.

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Fortaleza: **Instituto Frutal**, 69 p., 2004.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.3, p.39-45, 1991.

FARIAS, V.F.S., Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano. (**Dissertação de Mestrado-UFCG**). 2013.

FARIAS, E.S.; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; BRUNO, L.A.; NASCIMENTO, J. Secagem de cajá em um secador de leito fixo. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18., 2002, Belém. Anais **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2002.

FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 81- 103.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. **Paraíba: SEBRAE/PB**, 2001.

FERREIRA, D. F.. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria**, v.45, p. 235, 2000.

FISHER, R.A; TUNER, N.C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.29, p.277-317, 1978.

FLORES VALDEZ, C. A.; GALLEGOS VASQUEZ, C. Situación y perspectivas de la producción de tuna en la región centro-norte de México. Chapingo: **Universidad Autónoma - CUESTAAM**, 1993.

FLORES VALDEZ, C. A. Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira. In: BARBERA, Giuseppe; INGLESE, Paolo (Eds.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. **Paraíba: SEBRAE/PB**, p.94-102. 2001.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. Anthocyanins as food colors. London: Academic **Press**, 1982. p.181-206

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

FORMIGA, A. S.; COSTA, F. B. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do extrato seco de brotos de palma. *In: XII Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande*, 2015, Campina Grande-PB. Anais: Ideias sustentáveis, 2015.

GALINDO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. *In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE*, p. 163-176. 2005.

GARCIA-ALONSO, M.; MINIHAINE, A.M.; RIMBACH, G.; RIVAS-GONZALO, J.C.; TEREZA, S. P. Red wine anthocyanins are rapidly absorbed in humans and affect monocyte chemoattractant protein 1 levels and antioxidant capacity of plasma. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.20, n.7, p.521-529, 2008.

GIOPPO, M.; SOUZA, A. M.; GONÇALVES, J.; AYUB, R. A. Vida útil pós-colheita do repolho roxo minimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. **Revista Ceres**, v. 59, n.4, p.560-564. 2012.

GOMES, J. C.; SILVA, C. O.; COSTA, N. M. B., PIROZI, M. R. Desenvolvimento e caracterização de farinhas de feijão. **Revista Ceres**, v. 53, n.309, p.548. 2006.

GUEVARA, J. C.; YAHIA, E. M.; BRITO DE LA FUENTE, E.; BISERKA, S. P. Effects of elevated concentrations of CO₂ in modified atmosphere packaging on the quality of prickly pear cactus stems (*Opuntia* spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v.29, p.167-176, 2003.

GUSMÃO, R. P. Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill). João Pessoa, 2011. 67f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba. 2011.

GUEDES, Claudet Coelho et al. Broto de palma – sabor e nutrição: livro de receitas. **Recife: SEBRAEPE /FAEPE**, 2004. 48p

GUEDES, Claudet Coelho. Festival gastronômico da palma. **Gurjão, PB: SEBRAE/PB**, 2004. 1p. (Folder).

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory. I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v.6, n.3 p.169-174, 1961.

HILLS, F. S. Anatomia e Morfologia. *In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 28-35.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. *In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 12-19.

HUBER, L.S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v.19, n.1, p.97-108, 2008.

INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P. Fundamentos de transferência de calor e de massa. Rio de Janeiro: **Editora Guanabara Koogan**, 1992. 380 p.

KIESLING, R. Cactáceas de la Argentina promisorias agronomicamente. 2001. Disponível em <http://www.Jpacd.org>. Consultado em 09 de Outubro de 2014.

KRULIK, G. Tissue culture of succulent plants. **Natural Cactus Succulent Journal**, v.35, p.14-17, 1980.

LARCHER, W. Utilização de carbono e produção de matériaseca. In: LARCHER, W. **Ecologia vegetal**. São Paulo: EPUE, 1986. 319p.

LEITE, M.L.V. Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* e *Nopalea cochenilifera*) **Universidade Federal da Paraíba – UFPB**, Centro de Ciências Agrárias – CCA, Grupo de Pesquisa Lavoura Xerófila – GPLX, Areia: Jul, 2006.

LLAMOCA-ZÁRATE, R. M.; AGUJAR, L. F.; LANDSMANN, J.; CAMPOS, F. A .P. Whole plant regeneration from the shoot apical meristem of *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae). **Journal of Applied Botany**, v.73, p.83-85, 1999.

LICHTENTHALER HK. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, p.350-382. 1987.

LIMA, E. E. Produção e armazenamento da farinha de facheiro. Campina Grande, 2006. 40f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande. 2006.

LIMA, E. E.; ROSSANA, FIGUEIRÊDO, M. S.; QUEIROZ, A. J. M.; Cinética de secagem de polpa de facheiro. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.1, p.17-28, 2007.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FARIAS, I.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. Meioséculo de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) - ênfase em manejo. In: Guim A, Verás ASC, Santos MVF. **In: Zootec**, 4., 2006, Recife. Anais... Recife: ABZ, 2006.

LOAYZA, D. G.; CHÁVEZ, J. Estudio bromatológico del cladódio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v.73, p.41-45, 2007.

LOPES, E.B. Palma forrageira: cultivo, uso atuale perspectivas de utilização no Semiárido nordestino. João Pessoa: **EMEPA-PB**, 2012.

LOURES, A.; COELHO, D.; CRUZ, R.; LUCY, C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa* sp) em panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 10, n. 1, p. 57 71, 1990.

MACHEIX, J.-J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit phenolics**. Boca Raton: CRC Press, 1990. 378 p.

MADUREIRA, I. F., MELO, R., SILVA FILHO, A. J. Q. Cinética de secagem da polpa do figo-da-india. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, p.345-354. 2012.

MARIZ, S. R.; CERQUEIRA, G. S.; ARAÚJO, W. C.; DUARTE, J. C.; MELO, A. F.; SANTOS, H. B.; MEDEIROS, I. A. Estudo toxicológico agudo do extrato etanólico de partes aéreas de *Jatropha gossypifolia* L. em ratos. **Revista Brasileira de Farmacognólia**. n16, p 372-378, 2006.

MARTINS¹, G. M. V.; FERREIRA, JP. L.; SANTOS, A. E.; NOBRE, R. S.; "CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA FINA DA POLPA DE CLADÓDIOS DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus indica* Mill) EM ESTUFA COM CIRCULAÇÃO FORÇADA DE AR", p. 4185-4192 . In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]**. São Paulo: Blucher, 2015.

MEDINA-TORRES, L.; VERNON-CARTER, E. J.; GALLEGOS-INFATE, J. A.; ROCHA-GUSMAN, N. E.; HERRERA-VALENCIA, E. .; CALDERAS, F.; JIMENÉZ-ALVARADO, R. Study os the antioxidante properties os extractsobtainedfromnopal cactos (*Opuntia ficus-indica*) cladodesafterconvectivedriying. **Journal of the Science os Food and Agriculture**, v. 91, p.1001-1005, 2011.

MELO, A.; FERREIRA, M.; VÉRAS, A.; LIMA, L. E.; VILELA, E.; ARAÚJO, P. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736, 2003.

MELO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. de M.; SILVA FERNAMDES, T. K.; BEZERRA, M. D. C. T. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Revista Caatinga**, Mossoro-PB, v. 26, n. 2, p. 9-17, 2013.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J.L. Brine shrimp, a convenient general bioassy for active-plant constituents. **Planta**, v.45, p.31-34. 1982.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A new model for single-layer drying. **Drying Technology,Philadelphia**, v.20, n.7, p.1503–1513, 2002.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S. A.; SPLITTSTOESSER, W. E. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. **Journal of Arid Environments**, v.32, n.3, p. 347-353, 1996.

MONDRAGON-JACOBO, C.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Propagation of the cactus-pear. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E.; ARIASJIMÉNEZ, E. (Eds). **Agro-Ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Roma: FAO, p. 64-70, 1995.

MORETTI C. L. 2007. Laboratório de pós-colheita, Embrapa hortaliças. Disponível em:<www.cnph.embrapa.br/public/textos/texto7.html> Acesso em 30 de Julho de 2015.

MUNIZ, L.B. Caracterização química e física de compostos funcionais em cebolas frescas e minimamente processadas. (**Dissertação de mestrado**). Brasília: UNB. 2007. 160p.

NANTES, J. F. D.; LEONELLI, F. C. V. A estruturação da cadeia produtiva de vegetais minimamente processados. **Revista FAE**. 3, 61-69, 2000.

NASCIMENTO, K. F.; TESHIMA, E.; SILVA, C. M. R. Caracterização físico-química de cladódios de *Opuntia ficus-indica*. XV Seminário de Iniciação Científica (SEMIC). 2011. **Anais Seminário de Iniciação Científica**, 2011.

NOBEL, P. S. Biologia Ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, p. 36-48. 2001.

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Rome: **FAO**, 1995. p.36-48

NGUTA, J. M.; MBARIA, J. M.; GATHUMBI, P. K.; KABASA, J. D.; KIAMA, S. G. Biological screening of kenya medicinal plants using *Artemia salina* L. (Artemiidae). **Pharmacology online**, v.2, p.458-78, 2011.

NUNES, C. S., Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.6, n.1, p. 58 - 66 janeiro/março de 2011.

OLIVEIRA A. S. C.; FILHO F. N. C.; RANGEL A. H. N.; LOPES K. B. P.A palma forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)**. v.6, n.3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C.; PEREIRA JÚNIOR, E. B. Palma Forrageira: Adaptação e Importância para os Ecossistemas Áridos e Semiáridos. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.5, n.4, p.27–37, 2010.

OLIVEIRA, E. C. M.; VALLE, R. H. P. D. Aspectos microbiológicos dos produtos hortícolas minimamente processados. **Higiene e Alimentar**, n.14, p.50-54, 2000.

ORONA-CASTILLO, I.; CUETO-WONG, J.A.; MURILLO-AMADOR, B.; SANTAMARÍA-CÉSAR, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, A.; VALDEZ-CEPEDA, R.D.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J.L.; TROYO-DIÉGUEZ, E. Extracción nutrimental de nopal-verdura bajo condiciones de riego por goteo. 2004. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 15 de Outubro de 2015.

ORDOÑEZ-PEREDA, J. A. Carboidratos. In: **Tecnologia dos alimentos: componentes dos alimentos e processos**. São Paulo: Artmed, 2005. p. 63-79. (v. 1, cap. 4).

PAGE, G.E. Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer. 1949. **Thesis Dissertation** (M.Sc.) – Purdue University, Indiana. 1949.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T.M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p.29-35, 2010.

PEREIRA, E. M.; LEITE FILHO, M. T.; DE ASSIS MENDES, F.; MARTINS, A. N. A.; ROCHA, A. P. T. Potencial toxicológico frente *Artemia Salina* em plantas condimentares comercializadas no município de Campina Grande-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n.1, p.52-56. 2015.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; ROCHA, T. C. D.; COSTA, R. T. R. D. V. Qualidade pós-colheita e processamento mínimo de brotos de palma *Opuntia ficus-indica* Mill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n.3, p.229-234. 2013.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B. Qualidade pós-colheita e processamento mínimo de brotos de palma *Opuntia Ficus-Indica* Mill. para o consumo humano. *In: IX Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande*, 2012, Campina Grande-PB. Anais: Ideias sustentáveis, 2012.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; ALBUQUERQUE, J. R. T; FORMIGA, A. S; ROCHA, T. C; ARAÚJO, H. G. Teores de clorofilas e carotenoides em brotos de palma minimamente processado produzido em diferentes espaçamentos. *In: Simpósio de Tecnologia de Alimentos*. João Pessoa-PB, (2012). *Anais. Simpósio de Tecnologia de Alimentos*, 2012a.

PEREIRA, E. M.; COSTA, R. T. R. V.; COSTA, F. B.; FERREIRA, A. A.; ARAÚJO, H. G.; ARAÚJO, A. S.; CAVALCANTI, M. T. Avaliação microbiológica e toxicológica de broto de palma inteiro e minimamente processado. *In: Congresso Brasileiro de Olericultura*, 52. Salvador: ABH (2012), Anais. **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 2012b.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; COSTA, R. T. R. D. V.; ALBUQUERQUE, J. R. T; SILVA, M. J. S.; ARAUJO, A. S. Caracterização microbiológica de broto de palma minimamente processado. *In: Simpósio de Tecnologia de Alimentos*. João Pessoa-PB, (2012). *Anais. Simpósio de Tecnologia de Alimentos*, 2012c.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; CAVALCANTI, M. T.; ALBUQUERQUE, J. R. T; ROCHA, T. C.; SILVA, M. J. S. Avaliação toxicológica de brotos de palma por *Artemia Salina*. *In: Simpósio de Tecnologia de Alimentos*. João Pessoa-PB, (2012). *Anais. Simpósio de Tecnologia de Alimentos*, 2012d.

PESSOA, A. S. Cultura da palma forrageira. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, (SUDENE. Agricultura, 5). 1967. 98p.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014

PUSCHMANN, R.; COSTA, F. B.; SIMÕES, A. N.; SILVA, E.O. História e atualidades sobre pesquisa com processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil. *In: Encontro*

nacional sobre processamento mínimo de frutos e hortaliças, 4; Simpósio Ibero-americano de Vegetais Frescos e Cortados, São Pedro: USP/ESALQ. (2006), Anais: **Simpósio Ibero-americano de Vegetais Frescos e Cortados**, 2006.

PUPO, N. I. H. Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação utilização. Campinas: **Instituto Campineiro de Ensino Agrícola**, 1979. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982002000800024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 abril 2010. pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 de Julho 2015. 16p. (Embrapa Semi-Árido, Circular Técnica, 35).

RAMÍREZ-MORENO, E.; CÓRDOBA-DÍAZ, D.; SÁNCHEZ-MATA, M. C.; DÍEZ-MARQUÉS, C.; GÕNI, I. Effect of boiling on nutritional, antioxidante and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia ficus indica*). **Food Science and Technology**, v.51, p.296-302, 2013.

RAVETTA, D. A.; MCLAUGHLIN, S. P. Ecophysiological studies in *Hesperaloe frinifera* (Agavaceae): a potential new CAM crop. Seasonal patterns of photosynthesis. **Journal of Arid Environments**, v. 33, n. 2, p.211-223, 1996.

REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; HERNÁNDEZ, H.M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (Cactáceae). **Agrociencia**, v.39, n.4, p. 395-408, 2005.

REIS, R. C. Avaliação dos atributos de qualidade envolvidos na desidratação de manga (*Mangifera Indica* L.) cv. 2002. 99 folhas. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

REINOLDS, S. G.; ARIAS, E. **General background on opuntia**, (2008). Acessado em 27 de janeiro de 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/005/2808E/y2808e04.htm>.

RICARDEZ, A. P.; SUÁREZ, J. R.; BERUMEN, L. A. The drying of red oak at vacuum pressure. **Maderas. Ciencia y Tecnología**, v.7, n.1, p.23-26, 2005.

RYAN, J.J.; DUPONT, J.A. Identification and analysis of the major acids from fruit juices and wines. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.21, n.1, p.45- 49, 1973.

RODRIGUES, E. Secagem de abacaxi em secador de leito fixo. Viçosa, MG: UFV, 2006. 106p. Tese (**Doutorado em Engenharia Agrícola**) – Universidade Federal de Viçosa. 2006.

RODRIGUES, A. F. Modelagem matemática do estudo experimental das secagens contínua e intermitente de bananas. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Campina Grande-PB. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, p.23, 2015.

SÁENZ, C. Características y composición química de los nopales. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.

SÁENZ-HERNÁNDEZ, D. Fabricação de alimentos e obtenção de subprodutos. In: JIMÉNEZ, E. J. Arias (coord.). Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira. João Pessoa: **SEBRAE/PB**, 2001. p.140-146.

SALTVEIT, M. E. Fresh-cut product biology. In: **Fresh-cut Products**. California: Davis, 1998.

SANTOS, I. P. **Parâmetros de qualidade na produção de abacaxi desidratado**. Unimontes: Janauba – Minas Gerais, 2011, 151f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Produção vegetal no Semiárido) Universidade Estadual de Montes Claros – UEMC - MG.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização. **Recife: IPA**, 45p. (IPA. Documentos). 2002.

SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.) A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: **Editora da UFPE**, 2006. p. 243-257.

SANTOS, A. P. **Farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.)**: Obtenção, Caracterização Físico-Química, Funcional, Elaboração e Caracterização de Sopas Desidratadas. Dissertação de Mestrado. 2009.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J.C.B. Palma forrageira In: **Plantas forrageiras**. 1 ed., Viçosa: Editora UFV, v.unico, 2010. p. 459-493.

SANTOS, F. S.; ARAÚJO, K. T. A.; DE FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. D. M.; MARIA, V. Cinética de secagem da casca da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*). In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza-CE, (2015), Anais: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**, 2015.

SANTANA, A.; AZEVEDO, D. P.; COSTA, M. Análise de perigos no processamento mínimo de vegetais. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, p.80-84. 2002.

SHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

SILVA, J. S.; BERBERT, P. A. Colheita, secagem e armazenamento. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 1999.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S. Prescrito Adsorção e Desorção V 2.2 (2008), online, disponível em: <<http://zeus.df.ufcg.edu.br/labfit/Prescribed.htm>>, data do acesso: 03/11/2014.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; LAB Fit Curve Fitting Software (Nonlinear Regression and Treatment of Data Program) V 7.2.48 (1999-2015), online, available from world wide web: <www.labfit.net>, date of access: 2015-09-01.

SILVA, Y. C.; SILVA, F. D.; SILVA, A. S.; LIMA, E. E.; SOUZA, J. A. Aplicação dos modelos de Fick e Page na secagem de palma forrageira (*Opuntia fícus indica*) em estufa. In: IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, CD, UNIVAP, São José dos Campos–SP. (2004), Anais **IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação**, 2004.

SILVA, Y. C.; SILVA, F. D.; SILVA, A. S.; LIMA, E. E.; SOUZA, J. A. Aplicação dos modelos de Fick e Page na secagem de palma forrageira (*Opuntia fícus indica*) em estufa. In: IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, CD, UNIVAP, São José dos Campos–SP. (2004), Anais **IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação**, 2004.

SILVA, C. G. M. D.; MELO FILHO, A. B.; PIRES, E. F.; STAMFORD, T. L. M. Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.733-736, 2007.

SILVA, J. M.; ONGARELLI, M. G.; AGUILA, J. S. D.; SASAKI, F. F.; KLUGE, R. A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 8, p. 53-59, 2007.

SILVA, D. M., MENDONÇA, N. B., ALMEIDA, M. D. Estudo da secagem da fibra residual do maracujá. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.2, n.1, p. 1-13, 2008.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos| *Opuntia fícus-indica* and *Nopalea cochenillifera* cacti: production systems and uses. **Revista Geama**, v.2, n.1, 2015.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C; ARAÚJO, J. E. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Revista Bragantia**, v.73, p.184-191, 2014

SINGH, R.S.; SINGH, V. Growth and development influenced by size, age and planting methods of cladodes in Cactus pear (*Opuntiafícus-indica* (L.) Mill). 2003. Disponível em [http://www. Jpacd.org.br](http://www.Jpacd.org.br). Consultado em 18 de outubro de 2015.

SODI, P. E. Lascactaceasenlaepocaprecolombiana y virreyal. **Ca. Y Suc. Mex. México**, v.12, n.1. 1964.

SOUSA, P. J. C; ROCHA, J. C. S; PESSOA, A. M; ALVES, L. A. D; CARVALHO, J. C. T. Estudo preliminar da atividade antiinflamatória de *Bryophillum calycinum* Salisb. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.15, n1, 2005.

SOUSA, M. B.; PEDROZA, J. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; DANTAS, F. P. Cinética de secagem do farelo de mamona. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.2, p.139-146, 2006.

TACO-UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. versão 2. 4. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/tabela1_pdf.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2015

TEIXEIRA, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; PEREZ, J.R.O.; TRINDADE, I.A.C.M.;

MORON, I.R. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons- Cactáceae) em bovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 179-186, 1999.

TEIXEIRA, L.N; STRINGHETA, P.C; OLIVEIRA, F.A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, p.297- 304. 2008.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.94, n.1, p.90-97, 2006.

TOUFEKTSIAN, M.C.; DE LORGERIL, M.; NAGY, N.; SALEN, P.; DONATI, M.B.; GIORDANO, L.; MOCK, H.P.; PETEREK, S.; MATROS, A.; PETRONI, K.; PILU, R.; ROTILLO, D.; TONELLI, C.; DE LEIRIS, J.; BOUCHER, F.; MARTIN, C. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemiareperfusion injury. **Journal of Nutrition**, v.138, p.747–52, 2008.

VALENTE, L. M. M.; PAIXÃO. D.; NASCIMENTO, A. C.; SANTOS, P. F. P.; SCHEINVAR, L. A.; MOURA, M. R. L.; TINOCO, L. W.; GOMES, L. N. F.; SILVA, J. F. M. Antiradicalactivity, nutritionalpotentialandflavonoidsofthecladodesofOpuntiamonocantha (Cactaceae). **Food Chemistry**, v.123, p.1127-1131, 2010.

VALDEZ, C.A.F.; OSORIO, G.A. Opuntia- based ruminant feeding systems in México. 1997. Disponível em [http://www. Jpacd.org](http://www.Jpacd.org). Consultado em 07 de fevereiro de 2014.

VASCONCELOS, J. L. L. A.; ANDRADE, S. A. C.; MACIEL, I. S. ; GUERRA, N. B. ; VASCONCELOS, M. A. S. Osmotic dehydration of the Indian fig (*Opuntia ficus indica*) with binary and ternary solutions. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 47, n11, p. 2359-2365, 2012.

VEIGA, L. F.; VITAL, N .A.; PORTELA, M. R.; OLIVEIRA, F. F. Avaliação de faixa de sensibilidade de Artemia salina ao Lauril Sulfato de Sódio. Rio de Janeiro. **PETROBRÁS/CENPES/SUPESQ/DITER**, 64p. il.. 1989.

VIANA, O. J. Pastagens de cactáceas nas condições doNordeste. Zootecnia. **Nova Odessa**, v.7, n.2, p.55-65,1969.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.387-394, 2008.

YEMM, E. W.; WILLIS, A .J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone **Biochemical Journal**, v.57, pp.508–51. 1954.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5. 2006.

APÊNDICE A (Gráficos de quantidade de água ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Page e Silva et alii, farinha de broto de palma Gigante)

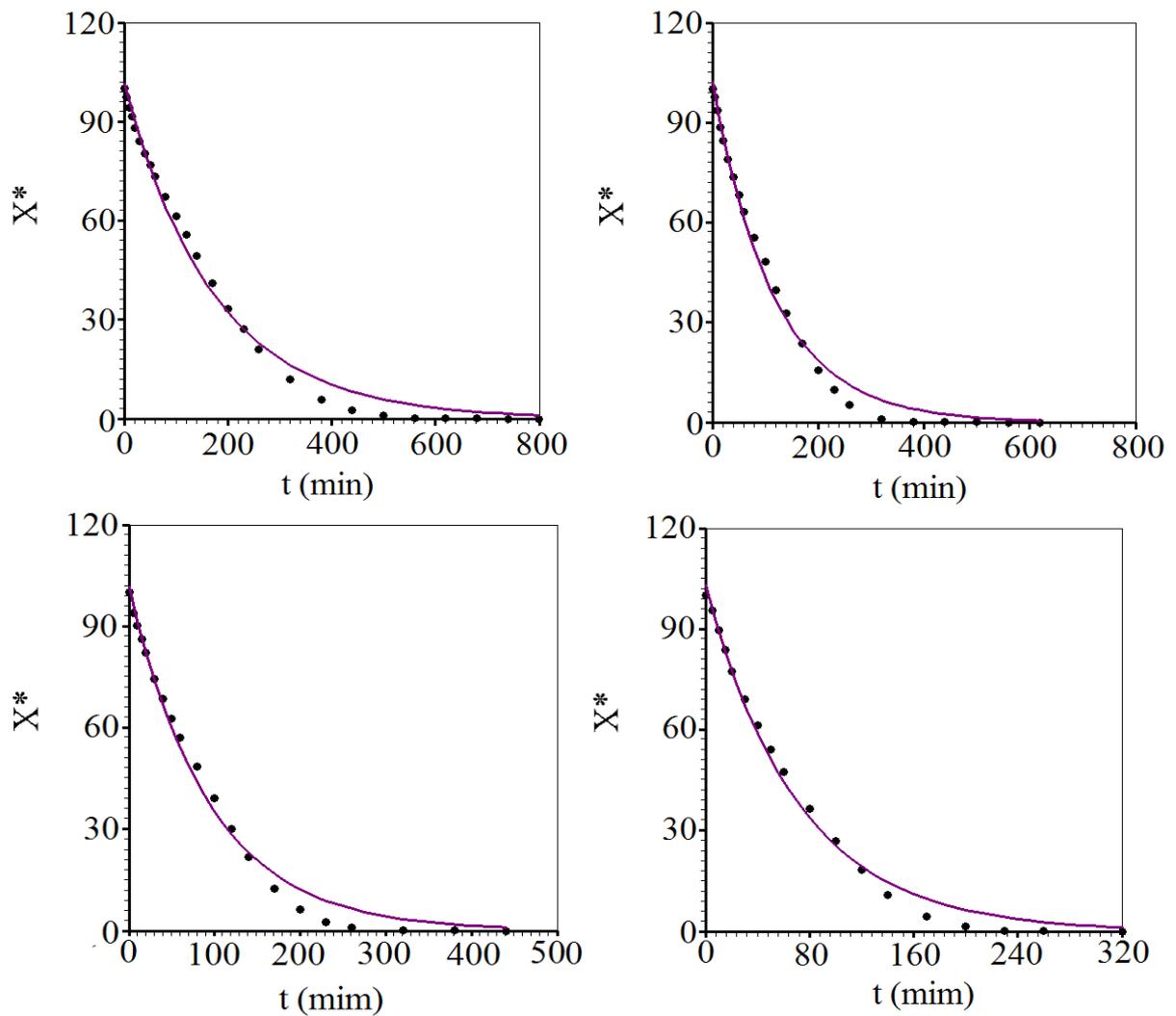


Figura A.1 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis.

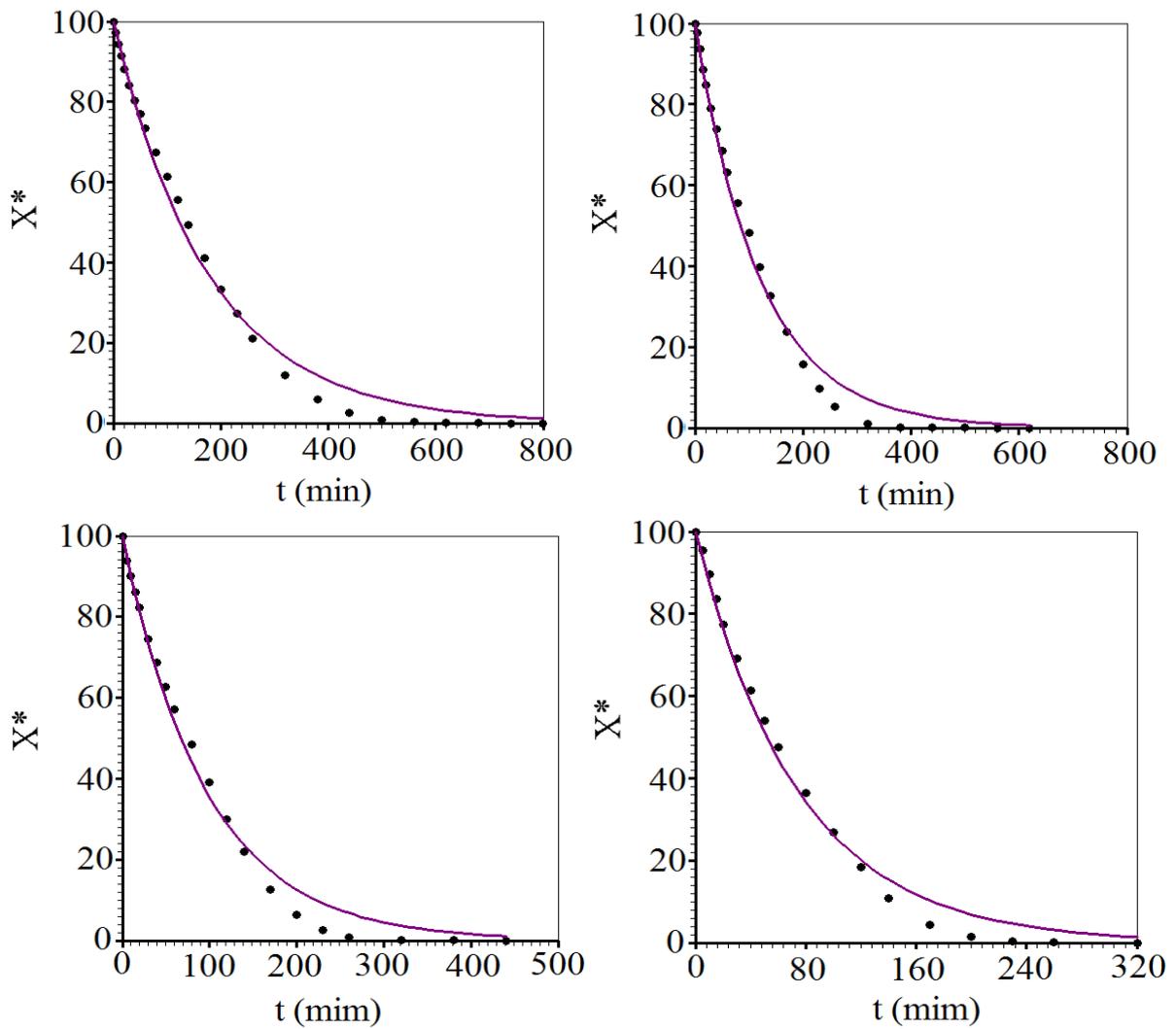


Figura A.2 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Lewis.

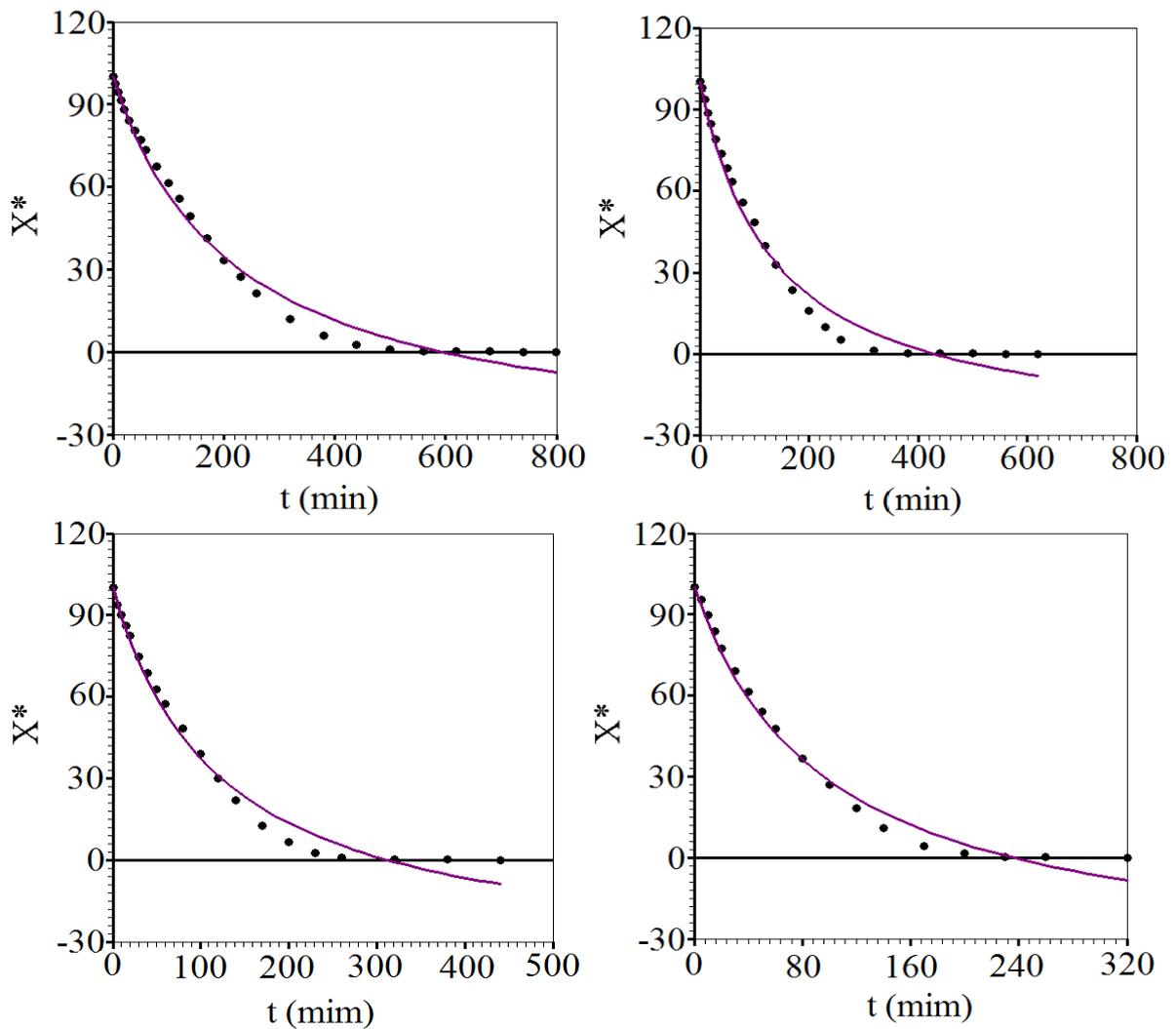


Figura A.3 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Peleg.

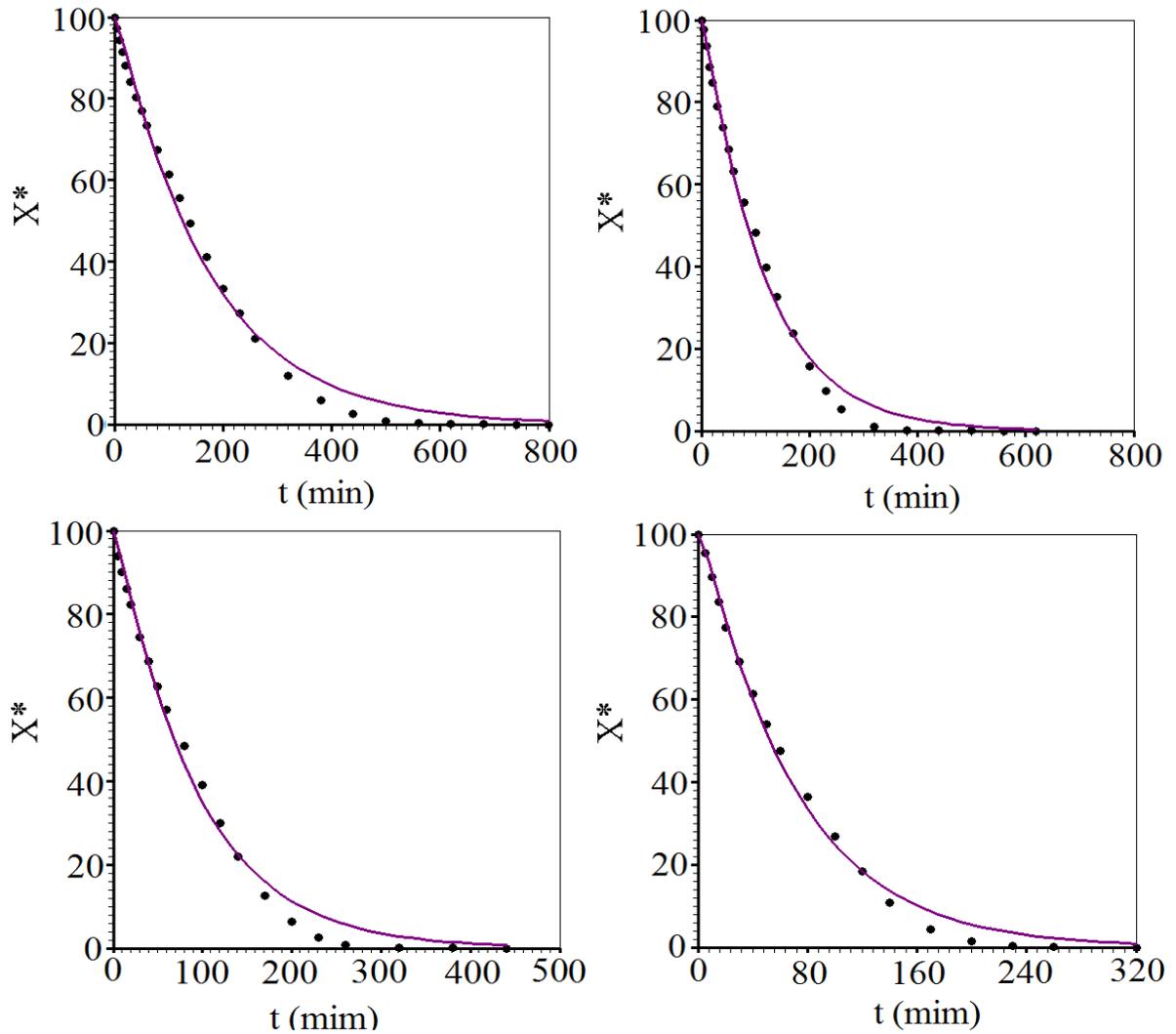


Figura A.4 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Gigante minimamente processada em temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Silva et alli.

APÊNDICE B (Gráficos de quantidade de água ajustados aos modelos de Lewis, Henderson e Pabis, Wang e Singh, Page e Silva et alii, farinha de broto de palma Miúda)

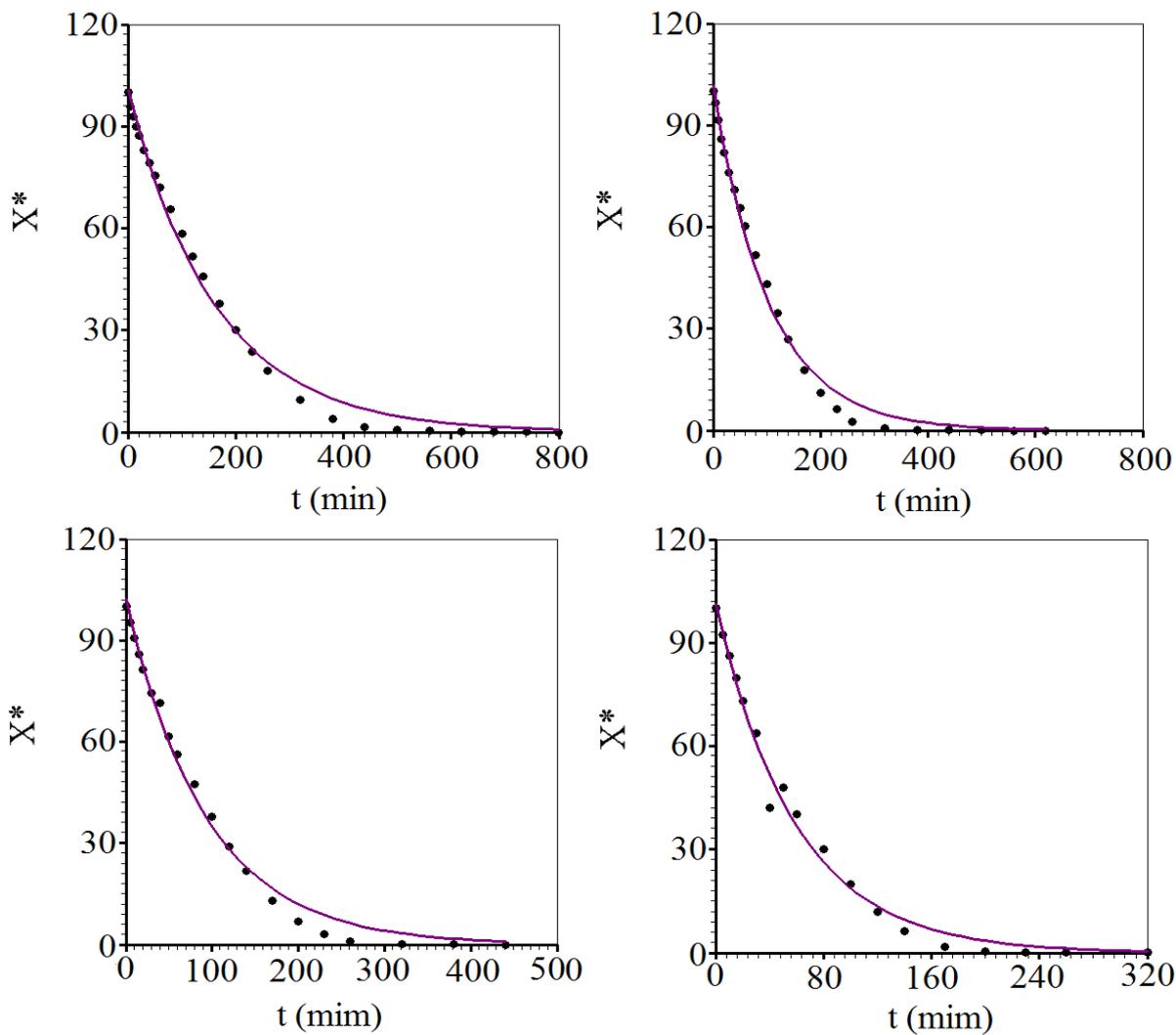


Figura B.1 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70 °C (C) e 80 °C (D) ajustadas ao modelo de Henderson e Pabis.

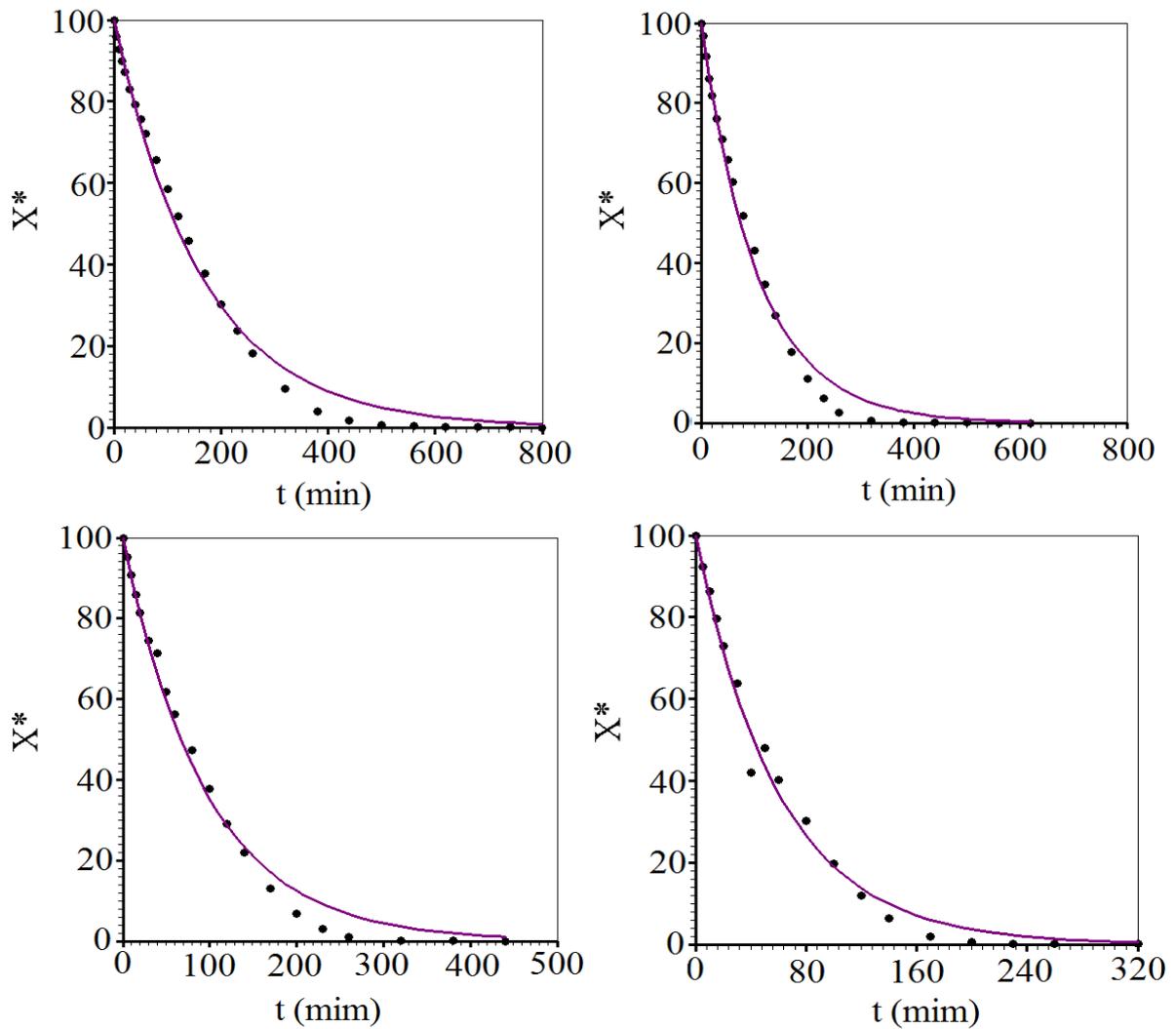


Figura B.2 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70°C (C) e 80°C (D) ajustadas ao modelo de Lewis.

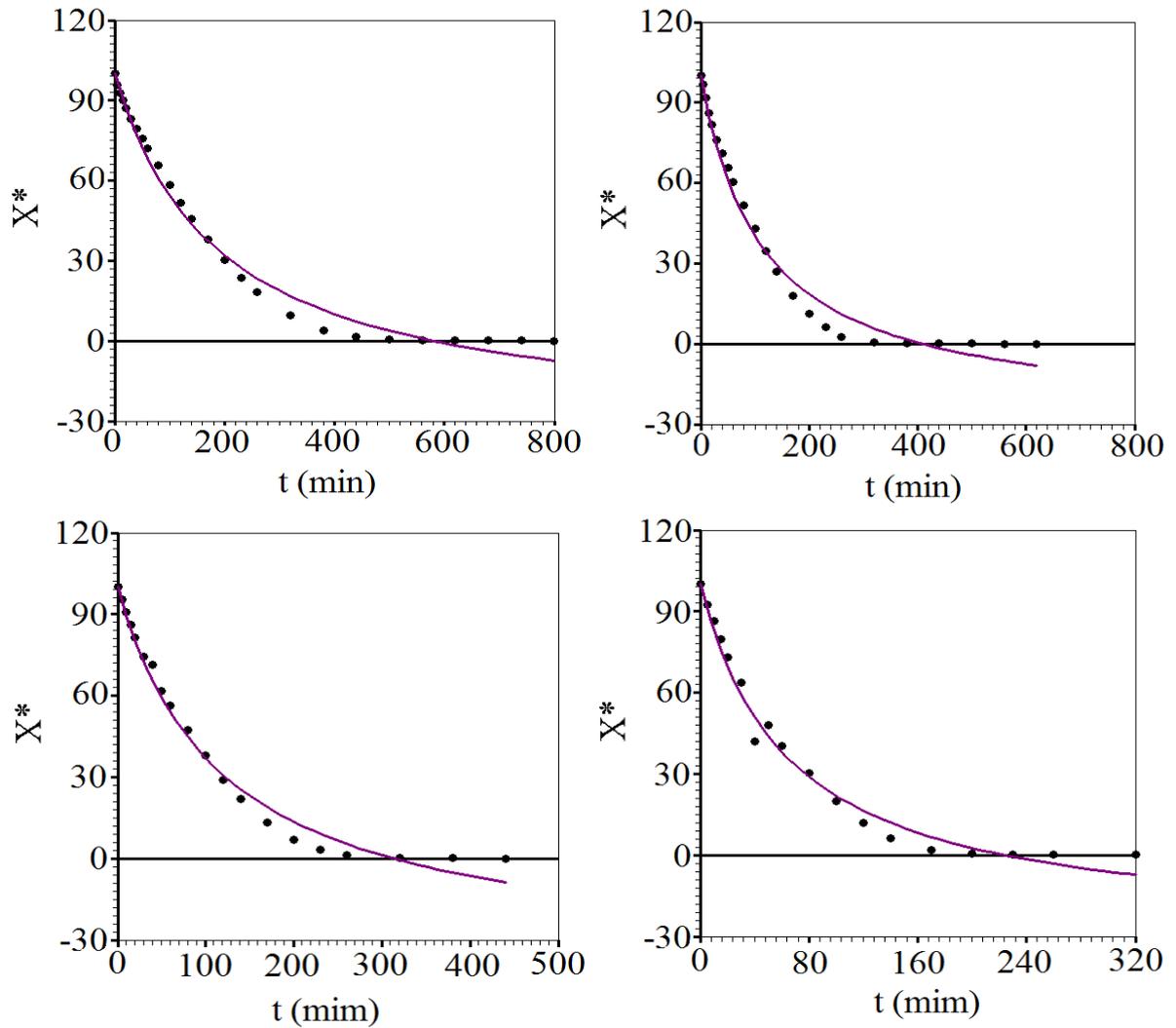


Figura B.3 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70°C (C) e 80°C (D) ajustadas ao modelo de Peleg.

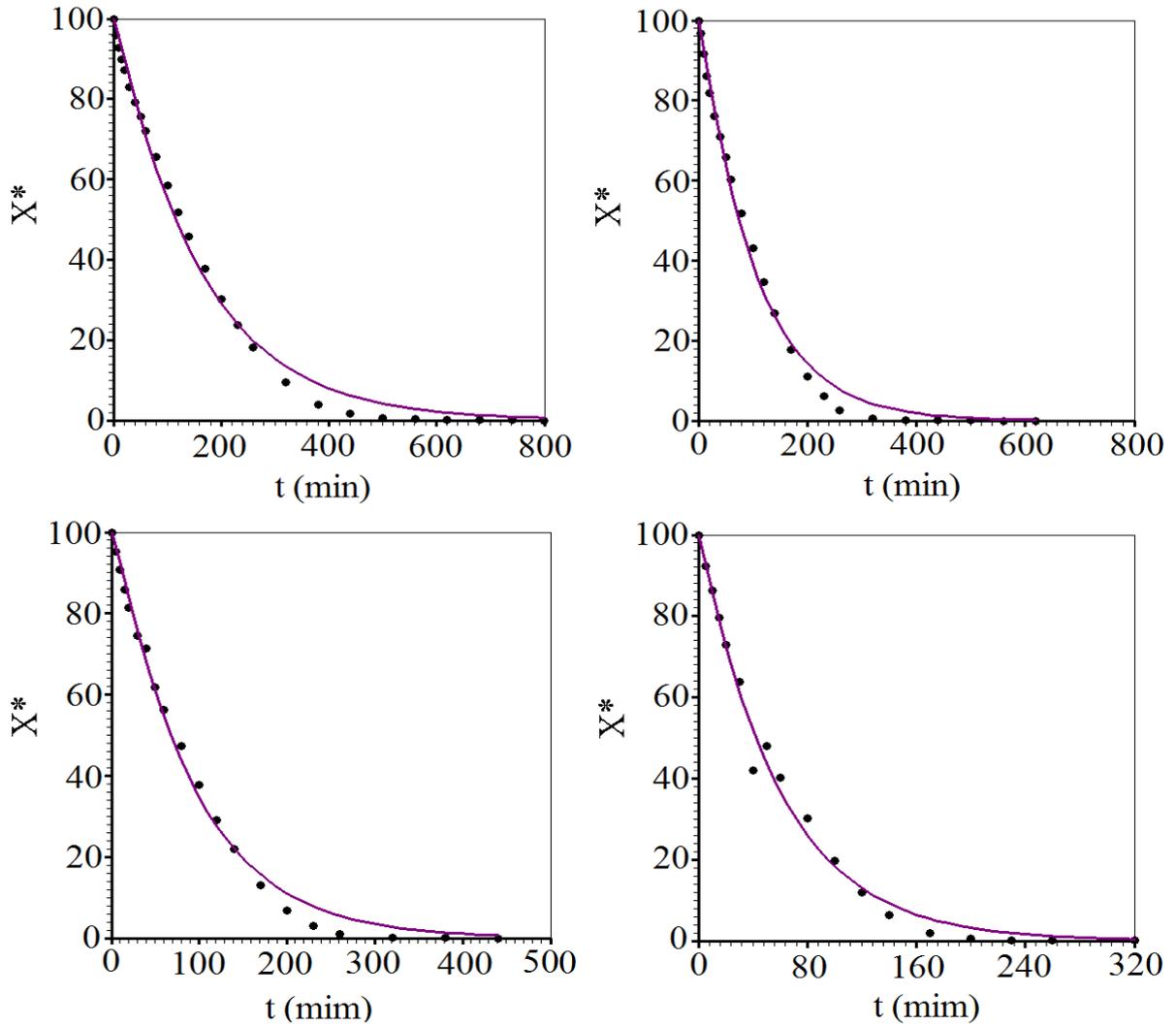


Figura B.4 - Quantidade de água obtida na curva de secagem de broto de palma Miúda minimamente processada nas temperaturas de 50 °C (A), 60 °C (B), 70°C (C) e 80°C (D) ajustadas ao modelo de Silva et alli.

APÊNDICE C (Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa com animais)

Figura C.1- Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa com animais.



**CENTRO DE ENSINO SUPERIOR E DESENVOLVIMENTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICA DE CAMPINA GRANDE
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CESED**

PARECER
CEUA Nº: 11
CIAEP/CONCEA Nº: 01.0001.2012
PROTOCOLO Nº: 0053-B/02042015
APROVADO EM 28/05/2015

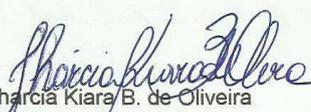
1. Pesquisador Responsável: Dr. Wilton Pereira da Silva

Título do Projeto: Produção de farinha Obtida de Broto de Palma: Toxicologia Aguda em Camundongos

2. Objetivo: Determinar o processo toxicológico da farinha de palma em camundongos.

3. Considerações: O protocolo de pesquisa está devidamente preenchido, com todos os itens solicitados entregue a CEUA/CESED. No entanto, solicitamos como recomendação acrescentar junto ao projeto, considerações éticas e contemplar no cronograma de atividades apreciação ética.

4. Parecer Final: **APROVADO**


Tharcia Kiara B. de Oliveira
Médica Veterinária
Coordenadora CEUA/ CESED



AV. SERAFIM DANTAS, 107 - JARDIM UNIVERSITÁRIO - CAMPINA GRANDE - PB
52.074-900 | Telefone: (31) 3366-1100 | Fax: (31) 3366-1101
www.fcm.ufpb.br | e-mail: ceua@fcm.ufpb.br

APÊNDICE D (Valores de RX da secagem de brotos de palma Gigante minimamente processados)

D.1 - Dados de secagem em temperatura de 50°C em brotos de palma Gigante.

Tempo (min)	50°C							
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Média
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9796	0,9843	0,9702	0,9606	0,9672	0,9744	0,9743	0,9729
10	0,9551	0,9627	0,8860	0,9457	0,9523	0,9464	0,9527	0,9430
15	0,9069	0,9477	0,8471	0,9308	0,9336	0,9177	0,9189	0,9147
20	0,8915	0,9270	0,8139	0,8723	0,8944	0,8870	0,8859	0,8817
30	0,8141	0,9033	0,7556	0,8414	0,8737	0,8614	0,8391	0,8412
40	0,7781	0,8852	0,7199	0,7733	0,8501	0,8176	0,8032	0,8039
50	0,7557	0,8671	0,6835	0,7369	0,8063	0,7859	0,7437	0,7684
60	0,6902	0,8350	0,6479	0,7184	0,7697	0,7456	0,7256	0,7332
80	0,6611	0,7687	0,5878	0,6661	0,6627	0,6728	0,6914	0,6729
100	0,6197	0,7306	0,5318	0,5983	0,6052	0,5784	0,6330	0,6138
120	0,5657	0,6971	0,4700	0,5415	0,5125	0,5403	0,5682	0,5565
140	0,5254	0,6269	0,3728	0,4660	0,4200	0,5080	0,5290	0,4926
170	0,4378	0,5292	0,2701	0,4229	0,3758	0,3668	0,4761	0,4112
200	0,3487	0,4729	0,1747	0,2817	0,3266	0,2958	0,4228	0,3319
230	0,2984	0,4353	0,1090	0,2415	0,2876	0,2380	0,2981	0,2726
260	0,2605	0,3770	0,0212	0,1994	0,2317	0,1562	0,2304	0,2109
320	0,1705	0,2704	0,0050	0,1169	0,1197	0,0762	0,0811	0,1200
380	0,0714	0,1860	0,0013	0,0610	0,0234	0,0334	0,0311	0,0582
440	0,0143	0,0976	-0,0003	0,0278	0,0051	0,0165	0,0138	0,0250
500	0,0033	0,0283	0,0000	0,0119	0,0017	0,0073	0,0044	0,0081
560	0,0012	0,0078	0,0000	0,0045	0,0013	0,0016	0,0016	0,0026
620	0,0001	0,0018	0,0000	0,0013	0,0000	0,0002	0,0000	0,0005
680	0,0000	0,0005	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
740	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

D.2 - Dados de secagem em temperatura de 60°C em brotos de palma Gigante.

Tempo (min)	60°C							
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Média
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9819	0,9715	0,9848	0,9665	0,9789	0,9627	0,9869	0,9762
10	0,9415	0,9498	0,9245	0,9398	0,9035	0,9246	0,9656	0,9356
15	0,9028	0,8993	0,8919	0,8752	0,8586	0,8350	0,9410	0,8863
20	0,8744	0,8555	0,8467	0,8474	0,7888	0,7991	0,9165	0,8469
30	0,8391	0,7902	0,8040	0,7779	0,6858	0,7477	0,8814	0,7894
40	0,8022	0,7347	0,7469	0,7388	0,6433	0,6454	0,8505	0,7374
50	0,7543	0,6332	0,7115	0,6755	0,5872	0,6087	0,8168	0,6839
60	0,7058	0,5338	0,6517	0,6401	0,5499	0,5538	0,7863	0,6316
80	0,6586	0,4064	0,5633	0,5828	0,4960	0,4699	0,7132	0,5557
100	0,5793	0,3340	0,5044	0,5038	0,4476	0,3437	0,6575	0,4815
120	0,4811	0,2932	0,4451	0,4095	0,3080	0,2497	0,5937	0,3972
140	0,4315	0,2280	0,3772	0,3411	0,2584	0,2116	0,4416	0,3271
170	0,2499	0,1779	0,2499	0,2853	0,1709	0,1692	0,3538	0,2367
200	0,1160	0,1391	0,1952	0,2159	0,0916	0,1088	0,2368	0,1576
230	0,0548	0,0994	0,1282	0,1760	0,0520	0,0530	0,1212	0,0978
260	0,0257	0,0323	0,0853	0,0962	0,0256	0,0186	0,0802	0,0520
320	0,0039	0,0073	0,0429	0,0046	0,0045	0,0030	0,0064	0,0104
380	0,0010	0,0017	0,0034	0,0013	0,0015	0,0007	0,0014	0,0016
440	0,0001	0,0005	0,0011	0,0007	0,0002	0,0000	0,0009	0,0005
500	0,0000	0,0000	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
560		0,0000	0,0000	0,0000			0,0000	0,0000
620			0,0000	0,0000				0,0000

D.3 - Dados de secagem em temperatura de 70°C em brotos de palma Gigante.

Tempo (min)	70°C							
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Média
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9439	0,9678	0,9441	0,9500	0,9335	0,8926	0,9356	0,9382
10	0,8677	0,9371	0,9161	0,9158	0,9051	0,8554	0,9095	0,9010
15	0,8243	0,9092	0,8845	0,8323	0,8806	0,8251	0,8701	0,8609
20	0,7781	0,8643	0,7908	0,8095	0,8319	0,8642	0,8231	0,8231
30	0,7274	0,7950	0,7504	0,7666	0,6740	0,7400	0,7616	0,7450
40	0,6671	0,7392	0,7076	0,6596	0,6296	0,6968	0,7026	0,6861
50	0,6106	0,6180	0,6473	0,6257	0,5710	0,6561	0,6624	0,6273
60	0,5608	0,5833	0,6107	0,5771	0,5372	0,5956	0,5387	0,5719
80	0,4708	0,5030	0,5136	0,5154	0,4787	0,5280	0,3797	0,4841
100	0,4108	0,3387	0,4190	0,4519	0,3806	0,4263	0,3075	0,3907
120	0,3115	0,2995	0,3302	0,3560	0,3108	0,2464	0,2477	0,3003
140	0,2536	0,2216	0,1555	0,3026	0,2538	0,1692	0,1745	0,2187
170	0,0861	0,1263	0,0908	0,2281	0,1587	0,1049	0,0795	0,1249
200	0,0416	0,0648	0,0237	0,1518	0,0990	0,0241	0,0401	0,0636
230	0,0136	0,0328	0,0036	0,0859	0,0183	0,0074	0,0149	0,0252
260	0,0041	0,0087	0,0006	0,0361	0,0046	0,0012	0,0045	0,0085
320	0,0009	0,0006	0,0005	0,0014	0,0010	0,0007	0,0005	0,0008
380	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001
440	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

D.4 - Dados de secagem em temperatura de 80°C em brotos de palma Gigante.

Tempo (min)	80°C							
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Média
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9701	0,9653	0,9256	0,9551	0,9504	0,9705	0,9485	0,9551
10	0,9259	0,9015	0,8619	0,9207	0,8385	0,9153	0,9087	0,8961
15	0,8870	0,8348	0,7959	0,8167	0,8012	0,8567	0,8650	0,8368
20	0,8455	0,7654	0,7207	0,8418	0,7236	0,6874	0,8304	0,7735
30	0,7902	0,6820	0,6209	0,7836	0,6407	0,5420	0,7759	0,6908
40	0,7341	0,5956	0,5362	0,7290	0,5621	0,4161	0,7205	0,6133
50	0,6756	0,5244	0,4484	0,6797	0,4293	0,3542	0,6693	0,5401
60	0,6065	0,4170	0,3690	0,6304	0,3809	0,3030	0,6157	0,4746
80	0,3732	0,3229	0,2952	0,4745	0,3125	0,2248	0,5505	0,3648
100	0,2743	0,2703	0,2303	0,3584	0,2516	0,1470	0,3446	0,2681
120	0,1683	0,1542	0,1563	0,2580	0,1922	0,0747	0,2816	0,1836
140	0,0907	0,0888	0,1044	0,1151	0,1301	0,0450	0,1839	0,1083
170	0,0168	0,0077	0,0434	0,0375	0,0643	0,0108	0,1193	0,0428
200	0,0052	0,0007	0,0058	0,0069	0,0193	0,0010	0,0554	0,0135
230	0,0009	0,0003	0,0017	0,0014	0,0019	0,0008	0,0109	0,0026
260	0,0003	0,0002	0,0014	0,0004	0,0005	0,0005	0,0007	0,0006
320	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

APÊNDICE E (Valores de RX da secagem de brotos de palma Miúda minimamente processados)

E.1 - Dados de secagem na temperatura de 50°C em brotos de palma Miúda.

Tempo (min)	50°C							
	RX							Média
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9390	0,9624	0,9572	0,9442	0,9665	0,9670	0,9683	0,9578
10	0,9211	0,9330	0,9390	0,9166	0,9446	0,9192	0,9264	0,9286
15	0,8929	0,9100	0,9174	0,8782	0,8924	0,8975	0,9069	0,8993
20	0,8517	0,8895	0,8958	0,8544	0,8618	0,8795	0,8669	0,8714
30	0,8241	0,8254	0,8663	0,7784	0,8359	0,8362	0,8376	0,8291
40	0,7985	0,7939	0,8196	0,7511	0,7744	0,8097	0,7983	0,7922
50	0,7711	0,7659	0,7929	0,7234	0,7201	0,7699	0,7471	0,7558
60	0,7462	0,7364	0,7662	0,6984	0,6899	0,7163	0,6843	0,7197
80	0,6970	0,6402	0,7178	0,6452	0,5938	0,6666	0,6236	0,6549
100	0,6451	0,5866	0,6596	0,5300	0,5534	0,5939	0,5229	0,5845
120	0,5526	0,5413	0,6150	0,4773	0,4711	0,4839	0,4800	0,5173
140	0,5059	0,4889	0,5423	0,4274	0,3911	0,4456	0,3997	0,4573
170	0,4186	0,3584	0,4294	0,3701	0,3349	0,3876	0,3471	0,3780
200	0,2994	0,2947	0,3685	0,2634	0,2792	0,3014	0,3035	0,3014
230	0,2126	0,2392	0,3230	0,2154	0,2043	0,2225	0,2430	0,2372
260	0,1715	0,1728	0,2778	0,1714	0,1187	0,1533	0,1987	0,1806
320	0,1012	0,0567	0,1480	0,0970	0,0518	0,0906	0,1160	0,0944
380	0,0515	0,0240	0,0856	0,0428	0,0118	0,0381	0,0191	0,0390
440	0,0248	0,0092	0,0427	0,0159	0,0026	0,0125	0,0044	0,0160
500	0,0104	0,0032	0,0204	0,0056	0,0011	0,0035	0,0018	0,0066
560	0,0028	0,0020	0,0056	0,0064	0,0003	0,0016	0,0005	0,0027
620	0,0014	-0,0507	0,0017	0,0008	0,0000	0,0007	0,0000	0,0008
680	0,0008	0,0007	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
740	0,0003	0,0005	0,0002	0,0000		0,0000		0,0002
800	0,0000	0,0000	0,0000					0,0000

E.2 - Dados de secagem na temperatura de 60°C em brotos de palma Miúda.

Tempo (min)	60°C							
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Média
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,974	0,968	0,973	0,976	0,949	0,960	0,968	0,9669
10	0,933	0,934	0,943	0,914	0,920	0,878	0,890	0,9161
15	0,873	0,891	0,902	0,839	0,824	0,842	0,850	0,8601
20	0,830	0,856	0,869	0,782	0,763	0,809	0,820	0,8184
30	0,787	0,757	0,825	0,709	0,724	0,748	0,775	0,7606
40	0,719	0,717	0,785	0,631	0,666	0,705	0,736	0,7087
50	0,680	0,672	0,713	0,597	0,591	0,668	0,679	0,6571
60	0,638	0,587	0,644	0,559	0,547	0,604	0,636	0,6022
80	0,573	0,460	0,572	0,419	0,493	0,522	0,580	0,5170
100	0,450	0,396	0,479	0,351	0,379	0,460	0,500	0,4307
120	0,393	0,246	0,390	0,297	0,284	0,386	0,435	0,3473
140	0,330	0,177	0,306	0,184	0,183	0,322	0,372	0,2677
170	0,219	0,088	0,159	0,123	0,118	0,240	0,293	0,1771
200	0,148	0,033	0,104	0,075	0,052	0,172	0,190	0,1108
230	0,066	0,009	0,058	0,037	0,019	0,118	0,128	0,0621
260	0,023	0,003	0,025	0,020	0,009	0,046	0,059	0,0265
320	0,005	0,001	0,005	0,004	0,002	0,013	0,009	0,0058
380	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,0018
440	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0008
500	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,0004
560	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000
620	0,000			0,000	0,000		0,000	0,0000

E.3 - Dados de secagem na temperatura de 70°C em brotos de palma Miúda.

Tempo (min)	70°C							Média
	RX							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9582	0,9629	0,9418	0,9559	0,9654	0,9268	0,9556	0,9582
10	0,9051	0,8854	0,8917	0,9074	0,9414	0,8955	0,9259	0,9051
15	0,8502	0,8374	0,7997	0,8698	0,9089	0,8723	0,8786	0,8502
20	0,8186	0,8081	0,7414	0,8372	0,8605	0,7950	0,8307	0,8186
30	0,7745	0,7296	0,6286	0,7886	0,7719	0,7542	0,7623	0,7745
40	0,6667	0,9228	0,5878	0,7083	0,7077	0,7093	0,6939	0,6667
50	0,5617	0,6124	0,5448	0,6690	0,6325	0,6624	0,6374	0,5617
60	0,5316	0,5541	0,5071	0,6268	0,5361	0,6004	0,5734	0,5316
80	0,4863	0,4573	0,3987	0,4626	0,4796	0,5372	0,4953	0,4863
100	0,3642	0,3998	0,3312	0,3782	0,3954	0,4256	0,3484	0,3642
120	0,2763	0,2959	0,1934	0,3059	0,3202	0,3455	0,2934	0,2763
140	0,1920	0,2451	0,1557	0,2027	0,2670	0,2738	0,1925	0,1920
170	0,1027	0,1514	0,1087	0,0992	0,1300	0,1935	0,1287	0,1027
200	0,0600	0,0690	0,0334	0,0317	0,0795	0,1353	0,0695	0,0600
230	0,0234	0,0324	0,0087	0,0112	0,0303	0,0692	0,0392	0,0234
260	0,0058	0,0108	0,0020	0,0021	0,0148	0,0228	0,0134	0,0058
320	0,0012	0,0020	0,0013	0,0000	0,0016	0,0041	0,0028	0,0012
380	0,0007	0,0007	0,0005	0,0000	0,0008	0,0002	0,0003	0,0007
440	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

E.4 - Dados de secagem na temperatura de 80°C em brotos de palma Miúda.

80°C							
Tempo (min)	RX						Média
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	0,9605	0,9548	0,9514	0,9576	0,9392	0,7529	0,9241
10	0,8969	0,9034	0,9062	0,9116	0,8429	0,7081	0,8621
15	0,8518	0,8210	0,8130	0,8033	0,8024	0,6634	0,7972
20	0,7973	0,7408	0,7185	0,7013	0,7554	0,6166	0,7298
30	0,7148	0,6331	0,5973	0,6376	0,6141	0,5583	0,6375
40	0,6217	0,5603	0,4905	0,5290	0,5573	0,4975	0,5465
50	0,5342	0,4801	0,4359	0,4426	0,5127	0,4402	0,4809
60	0,3924	0,4154	0,3411	0,3713	0,4494	0,3803	0,4016
80	0,3267	0,2230	0,2619	0,3038	0,3426	0,3058	0,3012
100	0,2459	0,1457	0,1843	0,1371	0,2218	0,1998	0,1979
120	0,1357	0,0883	0,1058	0,0575	0,1544	0,1173	0,1197
140	0,0690	0,0439	0,0537	0,0250	0,0780	0,0746	0,0633
170	0,0202	0,0081	0,0161	0,0060	0,0337	0,0234	0,0179
200	0,0067	0,0029	0,0043	0,0020	0,0073	0,0041	0,0045
230	0,0019	0,0021	0,0020	0,0011	0,0026	0,0016	0,0019
260	0,0008	0,0013	0,0016	0,0008	0,0014	0,0007	0,0011
320	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002

APÊNDICE F (Resumo da análise estatística em farinha de brotos de palma minimamente processados em diferentes temperaturas ao nível de 5% pelo teste de Tukey)

Tabela F. Análise estatística em farinha de brotos de palma minimamente processados em diferentes temperaturas a nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tipos de farinha	Temperaturas			
	50°C	60°C	70°C	80°C
Proteínas (%)				
Gigante	8,18ns	7,99ns	8,79a	8,45a
Miúda	6,09ns	5,93ns	4,04b	3,49b
Lipídeos (%)				
Gigante	1,25ns	1,43ns	1,35ns	1,41ns
Miúda	0,67ns	1,60ns	1,46ns	1,00ns
Umidade (%)				
Gigante	7,84ns	6,54ns	5,33ns	4,21ns
Miúda	7,73ns	6,28ns	5,12ns	3,93ns
Cinzas (%)				
Gigante	20,38ns	15,66ns	17,06ns	22,14ns
Miúda	20,73ns	15,97ns	16,02ns	17,71ns
Carboidratos (%)				
Gigante	62,33ns	68,36ns	67,45ns	63,77b
Miúda	64,75ns	70,19ns	73,34ns	73,84a
Sólidos solúveis (°Brix)				
Gigante	4,06a	4,25a	4,00a	3,20ns
Miúda	3,16b	2,91b	2,50b	2,90ns
pH				
Gigante	4,22ns	4,42a	4,59ns	4,23b
Miúda	4,27ns	4,19b	4,57ns	4,49a
Acidez titulável (% de ácido málico)				
Gigante	0,07a	0,07ns	0,08b	0,08a
Miúda	0,06b	0,07ns	0,12a	0,07b
Vitamina C mg (100 g)⁻¹				
Gigante	116,56a	116,62a	132,79a	107,56a
Miúda	101,95b	113,32b	107,20b	100,39b
Açúcares Totais mg (100 g)⁻¹				
Gigante	1,89a	2,25a	2,06a	1,69a
Miúda	1,12b	0,99b	0,61b	0,89b
Clorofila a mg (100 g)⁻¹				
Gigante	64,16a	82,52a	70,45a	37,26ns
Miúda	34,32b	42,84b	36,44b	30,39ns
Clorofila b mg (100 g)⁻¹				
Gigante	18,78ns	26,40a	23,64a	13,30ns
Miúda	17,92ns	17,08b	16,66b	12,56ns
Clorofila total (mg 100 g)⁻¹				
Gigante	82,89a	108,85a	94,04a	50,53ns
Miúda	52,21b	59,89b	53,08b	42,93ns
Antocianinas mg (100 g)⁻¹				
Gigante	4,90ns	5,65ns	6,49ns	5,55ns
Miúda	5,37ns	4,88ns	7,30ns	5,99ns
Compostos fenólicos mg (100 g)⁻¹				
Gigante	1882,61a	1611,52a	1521,52a	2104,98a
Miúda	555,13b	463,47b	423,28b	415,89b
Flavonoides mg (100 g)⁻¹				
Gigante	211,90a	207,10a	218,67a	241,54a
Miúda	160,84b	145,49b	129,05b	186,62b