



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



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**TESE DE DOUTORADO**

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

**PRODUÇÃO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**LUZIA MARCIA DE MELO SILVA**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**FEVEREIRO, 2017**

**LUZIA MARCIA DE MELO SILVA**

**PRODUÇÃO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

*Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Doutor na Área de Concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas.*

**ORIENTADOR:**

**Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**FEVEREIRO, 2017**



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



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA PROPOSTA DE TESE DA  
DOUTORANDA**

**LUZIA MARCIA DE MELO SILVA**

**PRODUÇÃO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**BANCA EXAMINADORA:**

**PARECER:**

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida  
Orientador - DEAg/CTRN/UFCA

---

Prof. Dr. Jonas dos Santos Sousa  
Examinador Externo - IFAL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Ferreira dos Santos  
Examinadora - UFCA

---

Prof. Dr. Acácio Figueirêdo Neto  
Examinador Externo - UNIVASF

---

Prof. Dr. Jaime José da Silveira Barros Neto  
Examinador Externo - IFS

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**FEVEREIRO, 2017**

*“A verdadeira sabedoria consiste em saber como  
aumentar o bem-estar do mundo.”*

*Benjamin Franklin*

## *Agradecimentos*

*“Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.” Antoine de Saint-Exupéry*

*A prévia citada foi à forma que encontrei para expressar meus agradecimentos a todos que contribuíram ao longo do desenvolvimento do trabalho que culminaram na conclusão dessa tese. A ver:*

*Devoto inicialmente meu agradecimento a **Deus**. Obrigado por me inspirar a cada dia, dando-me a força e a coragem que muitas vezes necessitei (que necessito sempre) para continuar trilhando os caminhos do conhecimento.*

*Agradeço a meus pais (**Terezinha e Marcondes**) por terem sido meu contínuo apoio em todos estes anos, ensinando-me, principalmente, a importância da formação e a coerência de meus próprios valores. E, aos meus familiares em geral, em especial aos meus irmãos **Márcio, Marcos e Millena**.*

*No âmbito acadêmico, inicio meus agradecimentos expressando minha admiração e apreço ao meu amigo e orientador, o professor Dr. **Francisco de Assis Cardoso Almeida**. Obrigado por todos os ensinamentos, por seus preciosos conselhos e sua inestimável confiança.*

*A Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da **Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)**, pelo acolhimento e oportunidade de realização deste curso, a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudo, bem como ao **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL)** pela disponibilidade dos laboratórios para realização de parte dos experimentos.*

*Manifesto aqui a minha gratidão a todos os professores, funcionários e amigos do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG, em particular ao Dr. **Hans Raj Gheyi** por disponibilizar o equipamento para a execução da parte experimental desse trabalho.*

*Aos **membros da banca** pela disponibilidade e contribuições.*

*Aos meus colegas de curso, **Bruno Adelino, Christopher Stallone, Elisabete Piancó e Francinalva Cordeiro**, obrigado pelo companheirismo que a mim devotaram.*

*Aos amigos de caminhada: **Inácia Moreira, Jacinete Lima, Elisabete Piancó, Jackson Barroso, Danielle Lemos, Gabrielle Araújo, Raphaela Maceió, Yvana Gomes, Jemima Lisboa, Flávio Gurjão, Taciano Pessoa, Débora Rafaelly, “mãe” Salomé Miranda, Evaldo Marcos e José Vieira** pelo convívio e contribuições valiosas para o sucesso do trabalho.*

*Aos amigos e companheiros de trabalho **Rodrigo Oliveira, Danielle Pereira, Arlene Leão, Karla Gollner, Peterson Melo, Jocília Rodrigues** e a todos os meus alunos do IFAL Campus Murici.*

*A **Deise Castro** pela amizade e afeto inestimável, que se traduzem sempre em entusiasmadas respostas, continuado estímulo e valiosa parceria.*

*Incluo, de forma especial, minha querida amiga Francinalva Cordeiro - "**Nalva**" por todos os anos de convivência e cumplicidade e ao pequeno **Josué Cordeiro** que veio deixar os nossos dias mais alegres.*

*Ao meu namorado **Írio Coutinho** por todo incentivo, tornando os meus dias mais leves.*

*Divido com todos vocês minha felicidade e minhas conquistas porque certamente não seriam possíveis sem sua presença em minha vida. Deus abençoe a todos.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Aspectos gerais do amendoim .....	3
2.2. Micotoxinas .....	5
2.3. Liofilização .....	7
2.4. Aditivos .....	9
2.5. Armazenamento.....	11
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>12</b>
<b>4. ARTIGOS.....</b>	<b>24</b>
<b>ARTIGO I: CINÉTICA DE LIOFILIZAÇÃO DE EXTRATOS DE AMENDOIM ...</b>	<b>24</b>
RESUMO .....	25
ABSTRACT .....	25
I.1. INTRODUÇÃO .....	26
I.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
I.2.1. Matéria-Prima .....	27
I.2.2. Elaboração das formulações para liofilização.....	27
I.2.3. Processo de liofilização e obtenção do extrato em pó de amendoim.....	29
I.2.4. Cinética de liofilização.....	30
I.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
I.4. CONCLUSÕES .....	40
I.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
<b>ARTIGO II: PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM.....</b>	<b>43</b>
RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	44
II.1. INTRODUÇÃO .....	45

---

II.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	46
II.2.1. Obtenção dos extratos em pó de amendoim .....	46
II.2.2. Caracterização física e química dos extratos em pó .....	47
II.2.2.1 Rendimento .....	47
II.2.2.2 Solubilidade .....	47
II.2.2.3 Cor .....	48
II.2.2.4 Teor de água.....	49
II.2.2.5 Atividade de água .....	49
II.2.2.6 Proteínas.....	49
II.2.2.7 Lipídios .....	50
II.2.3. Armazenamento .....	50
II.2.4. Análise estatística .....	51
II.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
II.3.1. Caracterização física e química dos extratos em pó .....	51
II.3.2. Armazenamento dos extratos em pó .....	58
II.4. CONCLUSÕES .....	61
II.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
<b>ARTIGO III: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS EXTRATOS EM PÓ</b>	
<b>AMENDOIM .....</b>	<b>65</b>
RESUMO .....	66
ABSTRACT .....	66
III.1. INTRODUÇÃO.....	67
III.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
III.2.1. Obtenção do extrato em pó de amendoim .....	68
III.2.2. Determinação dos compostos bioativos .....	68
III.2.2.1 Flavonoides totais .....	69
III.2.2.2 Fenólicos totais .....	69
III.2.2.3 Atividade antioxidante pelo método ABTS .....	69
III.2.3. Caracterização física e química dos extratos em pó .....	70
III.2.3.1 Molhabilidade.....	70
III.2.3.2 Higroscopicidade .....	71
III.2.3.3 Densidade aparente.....	71
III.2.3.4 Densidade compactada .....	72

---

III.2.3.5 Índice de compressibilidade .....	72
III.2.3.6 Fator de Hausner.....	72
III.2.3.7 Morfologia das partículas dos pós .....	73
III.2.3.8 Cinzas .....	73
III.2.3.9 Composição mineral.....	73
III.2.3.10 Ácidos graxos .....	73
III.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	74
III.4. CONCLUSÕES .....	83
III.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
<b>ARTIGO IV: RECONSTITUIÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DOS EXTRATOS DE AMENDOIM.....</b>	<b>90</b>
RESUMO .....	91
ABSTRACT .....	91
IV.1. INTRODUÇÃO .....	91
IV.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	93
IV.2.1. Obtenção do extrato em pó de amendoim.....	93
IV.2.2. Caracterização microbiológica dos extratos em pó.....	93
IV.2.2.1 Coliformes a 35 °C .....	94
IV.2.2.2 Coliformes termotolerantes .....	94
IV.2.2.3 Bolores e leveduras .....	94
IV.2.2.4 <i>Salmonella</i> .....	94
IV.2.3. Elaboração das diluições dos extratos em pó .....	94
IV.2.3.1 Análise sensorial .....	95
IV.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	96
IV.3.1. Análise microbiológica .....	96
IV.3.2. Análise sensorial .....	98
IV.4. CONCLUSÕES .....	103
IV.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
<b>5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Detalhe das folhas e flores do amendoim, cultivar BRS Havana (A); Detalhes do sistema radicular do amendoim, cultivar BRS Havana (B); Sementes BRS Havana (C)-----	3
	--	
<b>Figura 2</b>	Estrutura química das principais aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> -----	6
	-	
<b>Figura I.1</b>	Equipamento utilizado para obtenção do extrato aquoso de amendoim-----	28
	--	
<b>Figura I.2</b>	Liofilizador utilizado nas secagens-----	29
	--	
<b>Figura I.3</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:2 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	35
	--	
<b>Figura I.4</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	36
	--	
<b>Figura I.5</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:4 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	37
	--	
<b>Figura I.6</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	38
	--	

<b>Figura I.7</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:6 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	39
	--	
<b>Figura I.8</b>	Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:6 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D)-----	39
	--	
<b>Figura II.1</b>	Extratos formulados submetidos à liofilização (A); desintegração das amostras em multiprocessador (B); extrato em pó de amendoim (C)----	47
	--	
<b>Figura II.2</b>	Significado geométrico do sistema CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) que utiliza as coordenadas $L^*a^*b^*$ -----	48
	--	
<b>Figura III.1</b>	Esquema utilizado no teste de molhabilidade estático-----	70
	--	
<b>Figura III.2</b>	Fotomicrografias obtidas por MEV do extrato em pó de amendoim com pele na proporção 1:2 (amendoim: água). Magnificações das imagens: 50× (A), 100× (B), 500× (C) e 1000× (D)-----	79
	--	
<b>Figura III.3</b>	Fotomicrografias obtidas por MEV do extrato em pó de amendoim sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água). Magnificações das imagens: 50× (A), 100× (B), 500× (C) e 1000× (D)-----	80
	--	
<b>Figura IV.1</b>	Fluxograma das etapas de reconstituição de um alimento em pó-----	94
	-	
<b>Figura IV.2</b>	Formulário utilizado na análise sensorial para o teste de aceitação e intenção de compra dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos-----	95
	--	

<b>Figura IV.3</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a cor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição-----	99
	-	
<b>Figura IV.4</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a aparência dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição-----	99
	--	
<b>Figura IV.5</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o odor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição-----	10
	-	0
<b>Figura IV.6</b>	Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o sabor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição-----	10
	--	1
<b>Figura IV.7</b>	Perfil de atitudes atribuído aos diferentes extratos em pó de amendoim diluídos-----	10
	--	2

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela I.1</b>	Formulações do extrato aquoso de amendoim destinadas à liofilização----	28
<b>Tabela I.2</b>	Modelos semi-empíricos para prever o fenômeno de secagem das formulações de extrato de amendoim-----	30
<b>Tabela I.3</b>	Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água)-----	31
<b>Tabela I.4</b>	Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água)-----	32
<b>Tabela I.5</b>	Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:6 (amendoim: água)-----	34
<b>Tabela II.1</b>	Percentual do rendimento dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	51
<b>Tabela II.2</b>	Médias do percentual de solubilidade dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	52
<b>Tabela II.3</b>	Médias da luminosidade ( $L^*$ ) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	53
<b>Tabela II.4</b>	Médias da cromaticidade ( $C^*$ ) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	54
<b>Tabela II.5</b>	Médias do ângulo de tonalidade ( $H^\circ$ ) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	54

<b>Tabela II.6</b>	Médias do percentual de teor de água dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	55
<b>Tabela II.7</b>	Médias da atividade de água dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	56
<b>Tabela II.8</b>	Médias do percentual de proteínas dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	56
<b>Tabela II.9</b>	Médias do percentual de lipídios dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina-----	57
<b>Tabela II.10</b>	Valores médios da caracterização físico-química do extrato em pó de amendoim com pele durante o armazenamento a T de 25 °C e UR 75%---	58
<b>Tabela II.11</b>	Valores médios da caracterização físico-química do extrato em pó de amendoim sem pele durante o armazenamento a T de 25 °C e UR 75%---	60
<b>Tabela III.1</b>	Compostos bioativos em extratos em pó de amendoim com pele e sem pele-----	74
<b>Tabela III.2</b>	Composição física dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele	76
<b>Tabela III.3</b>	Teores médios de elementos minerais encontrados nos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele-----	81
<b>Tabela III.4</b>	Composição em ácidos graxos dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele-----	82
<b>Tabela IV.1</b>	Resultado das análises microbiológicas das amostras dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele-----	96
<b>Tabela IV.2</b>	Médias dos atributos sensoriais para cada formulação avaliada-----	97

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

A <sub>w</sub>	Atividade de água	[-]
ABTS	Ácido 2,2'-azino-bis-(3- etilbenzotiazoline-6-sulfônico)	[ $\mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ ]
CFT	Compostos Fenólicos Totais	[mg EAG.g <sup>-1</sup> ]
DE	Dextrose Equivalente	[-]
DQM	Desvio Quadrático Médio	[-]
EHS	Extrato Hidrossolúvel de Soja	[-]
eq.	Equivalentes	[-]
FH	Fator de Hausner	[-]
IC	Índice de Compressibilidade	[%]
L*	Luminosidade	[-]
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura	[-]
EAG	Equivalentes de Ácido Gálico	[mg EAG.g <sup>-1</sup> ]
EC	Equivalentes de Catequina	[mg EC.g <sup>-1</sup> ]
NMP	Número Mais Provável	[-]
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação	[-]
T	Temperatura	[°C]
TEAC	Trolox equivalence antioxidant capacity	[ $\mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ ]
UFC	Unidade Formadora de Colônias	[-]
UR	Umidade Relativa	[%]

## RESUMO

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios torna-se cada vez mais desafiador à medida que se procura atender à demanda dos consumidores por produtos que, concomitantemente, sejam saudáveis e atrativos. Nesse contexto, objetivou-se produzir extratos em pó de amendoim pelo processo de liofilização, estudar a cinética de secagem dos pós, caracteriza-los física e quimicamente, avaliar a estabilidade do pó durante o armazenamento e elaborar diferentes diluições a partir dos extratos em pó reconstituído com a finalidade de analisar a aceitabilidade e a intenção de compra. Foram elaboradas vinte e quatro formulações de extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele para secagem pelo processo de liofilização, dentre as quais em dezoito formulações utilizou-se maltodextrina (10, 20 e 30%) e as demais foram elaboradas sem adição de adjuvante de secagem, constituindo-se em formulações controle. Os diferentes extratos aquosos formulados foram submetidos à secagem em um liofilizador de bancada da marca Liobras operando a temperatura de  $-55 \pm 3$  °C associada à pressão de vácuo, por um período de 48 horas. Os pós obtidos foram caracterizados e armazenados em embalagens metalizadas com zíper por 180 dias, a temperatura ambiente, com acompanhamento da evolução de características físicas e químicas através de análises periódicas no tempo inicial e a cada 30 dias de armazenagem. Os extratos em pó de amendoim que melhor preservaram os constituintes foram caracterizados quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, reconstituídos em diferentes diluições, analisados a aceitabilidade e a intenção de compra. O delineamento experimental adotado para análise dos dados dos extratos em pó de amendoim e os de armazenagem foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial. Os dados da cinética de liofilização e do extrato em pó reconstituído foram submetidos à análise de regressão. Analisando os indicadores estatísticos dos modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de liofilização durante a dessorção dos extratos de amendoim, verifica-se a boa representação do modelo de Page que obteve os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ), apresentando um melhor ajuste da curva aos dados experimentais. O processo de liofilização conservou os nutrientes, principalmente lipídios e proteínas e, reduziu o teor água das amostras aumentando o tempo de vida útil, proporcionando ao mercado um produto de elevada qualidade nutricional. Os extratos em pó de amendoim são classificados como não higroscópicos, apresentam uma pobre fluidez, coesividade intermediária nas amostras com pele e alta coesividade nas amostras sem pele. As partículas dos pós não apresentam um formato esférico, mostrando a presença de superfícies amorfas, em que não há repetição de formas geométricas. Os extratos em pó de amendoim apresentam percentuais significativos de minerais (K, P, Mg e Ca) e são compostos principalmente pelos ácidos graxos oleico e linoleico. As condições de processamento para obtenção do pó foram adequadas e favoreceram a prevenção do desenvolvimento de micro-organismos, encontrando-se dentro dos padrões higiênico-sanitários, considerado apto para o consumo humano. As diluições do extrato em pó sem pele apresentaram as maiores médias para os atributos cor e aparência, enquanto que para os atributos odor e sabor as maiores médias foram para as diluições do extrato com pele. Com relação ao perfil de atitudes o extrato em pó com pele na diluição 125g/1L apresentou uma melhor aceitação.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L.; secagem; alimento funcional; vida de prateleira.

## ABSTRACT

The development of new food products becomes increasingly challenging as it seeks to meet the consumer demand for products concomitantly are healthy and attractive. In this context, the aim of this study was to produce extracts of peanut powder by freeze-drying process, study the post of drying kinetics, characterized them physically and chemically, to assess the stability of the powder during storage and prepare different dilutions from extracts reconstituted powder in order to analyze the acceptability and purchase intent. They were prepared twenty-four aqueous extract formulations peanut with skin and skin drying by lyophilization, among which in eighteen formulations used maltodextrin (10, 20 and 30%) and others were prepared without added adjuvant drying, being in control formulations. The various formulated aqueous extracts were dried on a benchtop lyophilizer the Liobras brand operating temperature of  $-55 \pm 3$  °C associated with a vacuum pressure for a period of 48 hours. The powders obtained were characterized and stored in metallized packaging zipper for 180 days at room temperature with monitoring the development of physical and chemical characteristics by periodic analysis at baseline and every 30 days storage. The extracts in peanut powder that best preserve the constituents were characterized by the physical, chemical and microbiological parameters, reconstituted at different dilutions, analyzed the acceptability and purchase intent. The experimental design adopted for data analysis of peanut powder and extracts the storage was completely randomized in a factorial design. Data from the lyophilization kinetics and extract of reconstituted powder were subjected to regression analysis. Analyzing statistical indicators of models adjusted to the experimental data of lyophilization kinetics during desorption of peanut extracts, there is a good representation of the Page model that obtained the highest coefficients of determination ( $R^2$ ), with a better curve fit to experimental data. The lyophilization process conserved the nutrients, mainly lipids and proteins, and reduced the water content of the samples, increasing the shelf life, providing the market with a product of high nutritional quality. Peanut powder extracts are classified as non-hygroscopic, have a poor fluidity, intermediate cohesiveness in the samples with skin and high cohesiveness in skinless samples. The powder particles do not have spherical shapes, showing the presence of amorphous areas in which no repeating geometric shapes. The peanut powder extracts have significant percentage of minerals (K, P, Mg and Ca) and are mainly composed of oleic and linoleic fatty acids. The processing conditions for obtaining the powder were appropriate and favored preventing the development of micro-organisms, lying within the hygienic-sanitary standards, considered fit for human consumption. Dilutions of skinless extract powder had the highest average for the attributes color and appearance, while for the attributes odor and taste were the highest average for the dilution of the extract with skin. Regarding the profile of attitudes skin with powder extract dilution 125g/ 1L showed better acceptance.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L .; drying; functional food; shelf life.

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios, ricos em valor energético e proteico, capazes de suprir as deficiências nutricionais da população em proteínas e vitaminas, é de fundamental importância no combate à desnutrição. Conseqüentemente, a alimentação de indivíduos com estilo de vida saudável tende a ser, um ato prazeroso e que ao mesmo tempo, visa à saúde e o bem estar. Nesse sentido, os produtos funcionais se apresentam como uma alternativa viável, uma vez que, além das vantagens citadas, também podem evitar algumas doenças relacionadas com a alimentação.

Nesse contexto, o amendoim se destaca por ser de alto valor nutritivo com um perfil vitamínico invejável e uma grande quantidade de proteínas vegetais (25 a 30 % de sua composição). Seus grãos podem apresentar até 50% de lipídios, sendo ricos em ácidos graxos insaturados (ácido oleico, ácido linoleico e ácido alfa-linolênico) e pobres em ácidos graxos saturados. Além disso, são ótimas fontes de fibra dietética, vitaminas, antioxidantes, minerais e fitoquímicos, podendo suprir as carências de ordem nutricional, especialmente por ser um alimento de alto valor calórico (cerca de 596 calorias/100 g de sementes) (KRIS-ETHERTON et al., 2008; KIM et al., 2015). Devido à sua capacidade antioxidante, substâncias fitoquímicas tais como os polifenóis, evitam a deterioração lipídica desempenhando papéis importantes na proteção dos grãos oleaginosos.

Atualmente tem-se empregado novas tecnologias que permitem processar leguminosas na forma de pó, como é o caso da soja, permitindo a conservação do produto por mais tempo além de manter as propriedades nutritivas e sensoriais do alimento. Nesse contexto, a secagem é uma das técnicas de preservação que pode ser utilizada para manter a qualidade pós-colheita de oleaginosas, consistindo na remoção de grande parte de água inicialmente contida no produto logo após a maturidade fisiológica, para que promova longos períodos de armazenamento, sem que ocorram perdas significativas durante o processo.

A liofilização, também chamada de criodesidratação, é um processo diferenciado de secagem, ocorrendo em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água contida no produto, passe do estado sólido (produto congelado) para o estado gasoso sem passar pelo estado líquido, ocorrendo desta forma, o processo de sublimação. Esta técnica consiste em inicialmente, congelar o produto muito rapidamente, para fazer com que as suas características de sabor, aroma e constituintes químicos, sejam preservadas. Na etapa subsequente o material congelado é submetido a um vácuo parcial, ocasionando a secagem do produto para

aproximadamente 2% base úmida. O material sólido e desidratado é submetido a uma moagem ate atingir tamanhos de partículas desejáveis à industrialização. Pelo fato de utilizar baixas temperaturas, diferente de outros processos, a liofilização vem sendo estudada por vários pesquisadores para secagem de frutas, por manter a estrutura dos alimentos e preservar melhor os componentes termossensíveis.

A diversificação da alimentação pode ser obtida a partir da inclusão de oleaginosas como o amendoim, tanto “in natura” quanto em forma de derivados, devido a sua ampla oferta e baixo custo. A produção do extrato em pó de amendoim pelo processo de liofilização disponibilizará no mercado mais uma opção de matéria-prima, podendo ser uma alternativa vantajosa, principalmente para as pessoas que sofrem de intolerância à lactose ou têm alergia às proteínas do leite. Dessa forma, esse processo se mostra eficiente quando comparado com outros métodos de secagem, por preservar as propriedades nutricionais do produto, reduzindo significativamente a perda de voláteis, decomposição térmica, ações enzimáticas e desnaturação de proteínas.

Diante do exposto, este trabalho experimental visa à produção de extratos em pó de amendoim com pele e sem pele pelo processo de liofilização. Para tanto, o mesmo será composto pelos seguintes artigos:

O primeiro artigo faz referência à cinética de liofilização das diferentes formulações do extrato de amendoim com pele e sem pele na temperatura de  $-55 \pm 3$  °C. A finalidade da cinética de liofilização é conhecer a influência dessas temperaturas frente ao material biológico, bem como determinar o tempo necessário para atingir o teor de água estabelecido pela legislação de produtos liofilizados.

O segundo artigo se refere à elaboração das formulações compostas por diferentes proporções de extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele (1:2; 1:4; 1:6) e diferentes concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%), bem como a caracterização e o armazenamento dos extratos em pó de amendoim integral e adicionado de maltodextrina quanto aos parâmetros físicos e químicos.

O terceiro artigo trata da determinação dos compostos bioativos e caracterização física dos extratos em pó de amendoim, uma vez que possuem relevância em diversas etapas do processamento, conservação e armazenamento.

O último artigo é com relação à reconstituição do pó, análise da aceitabilidade quanto aos parâmetros sensoriais e a intenção de compra das diluições do extrato de amendoim que melhor preservaram os constituintes.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Aspectos gerais do amendoim

A origem do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) tem como berço a América do Sul, de onde foi levado para a África, América do Norte e Ásia (GRACIANO, 2009). O amendoim faz parte das oleaginosas e sua classificação provém do Reino Plantae; Divisão Magnoliophyta; Classe Magnoliopsida; Ordem Fabales; Família Fabaceae; Subfamília Faboideae; Gênero *Arachis* e Espécie *A. hypogaea* (SOUZA e LORENZI, 2008). É uma leguminosa com processo especial de frutificação (Figura 1), denominado geocarpia, em que a flor aérea, após ser fecundada, produz um fruto subterrâneo. Suas flores são amarelas, agrupadas em número variável ao longo do ramo principal ou também dos ramos secundários, conforme a variedade ou o tipo vegetativo. Seu período de florescimento é bastante dilatado, havendo épocas de aparecimento de maior número delas, e seu fruto (vagem), é considerado botanicamente um legume.



**Figura 1.** Detalhe das folhas e flores do amendoim, cultivar BRS Havana (A); Detalhes do sistema radicular do amendoim, cultivar BRS Havana (B); Sementes BRS Havana (C). (Fonte: AUTOR, 2015).

O fruto do amendoim é composto pelo pericarpo ou casca (28 a 30%), pelo perisperma ou tegumento, que é a película fina que envolve o endosperma (1,45 a 3,22%), pelo embrião (1,8 a 2,6%), e pela amêndoa (67,70 a 71,88%) (PEIXOTO, 1972). A composição química do amendoim é de aproximadamente 91,90% de matéria seca, 15,94% de proteína bruta, 29,71% de fibra em detergente neutro, 14,04% de fibra em detergente ácido e 9,48% de matéria mineral, sendo 0,11% de cálcio e 0,74% de fósforo (VALADARES FILHO et al., 2006). O teor de óleo do amendoim varia em torno de 49% (ABDALLA et al., 2008).

Este grão é um alimento altamente energético (582 calorias.100g<sup>-1</sup>), pois suas sementes são ricas em óleo (40-50%), tendo grande utilização na indústria alimentícia, devido a características, como a razão entre os ácidos graxos poli-insaturados/ saturados e teor de ácido

oleico, que o faz estável em altas temperaturas (ponto de fusão de 229 °C) e se sobressai, em questões qualitativas, em relação ao óleo de soja, milho e girassol. Demais fatores influem na qualidade do óleo de amendoim, entre eles estão a presença de fitoesteróis (337mg/ 100g de óleo) e vitamina E (20-244mg/ 100g de óleo), no parâmetro de estabilidade oxidativa e “shelf-life”, ou vida de prateleira (KIM et al., 2015).

Diferentes cultivares apresentam variações na porcentagem de ácidos graxos. Shin et al. (2010) estudaram a composição em ácidos graxos em cultivares de amendoim tipo Runner. Os dados de Shin et al. (2010) evidenciam a alta porcentagem de ácido oleico (monoinsaturado) e ácido linoleico (poli-insaturado), em detrimento do ácido palmítico (saturado). Segundo Lopez-Huertas (2010) a substituição de gordura saturada da dieta por fontes de ácido oleico e/ou ácidos graxos poli-insaturados tem sido descrita como uma forma para reduzir o risco de doenças cardiovasculares, pela redução do nível de colesterol sanguíneo.

A importância nutricional do amendoim, além da densidade de nutrientes e perfil de ácidos graxos, também está relacionada à presença de compostos bioativos com propriedades antioxidantes como o  $\alpha$ -tocoferol, os esteróis e os fitoquímicos como as isoflavonas, polifenóis e flavonóides que contribuem para a atividade de sequestro dos radicais livres e inibição dos efeitos da peroxidação lipídica e glicação de proteínas. A atividade antioxidante dos polifenóis também promove uma proteção contra a oxidação e auxiliam na estabilidade dos ácidos graxos presentes no amendoim (SHIN et al., 2009). No amendoim, a película contribui para sua propriedade antioxidante. O potencial antioxidante da película de amendoim vem sendo alvo de pesquisas com resultados já publicados por Ballard et al. (2010), Francisco e Resurreccion (2009), Monagas et al. (2009), Wang et al. (2007) e Yu et al. (2006). Em todos os dados publicados o alto poder antioxidante dos compostos presentes na película tem sido ressaltado.

O amendoim apresenta também importantes quantidades de vitamina E, vitamina B1 e ácido fólico. Quanto aos minerais, apresenta altas concentrações de potássio, fósforo e zinco (FREIRE, 2005), apresentando grande valor nutricional, por possuir cerca de 540 Kcal/100g de sementes (GRACIANO, 2009).

O amendoim é uma oleaginosa de grande importância econômica, cultivada mundialmente em países desenvolvidos e em desenvolvimento (USDA, 2015), para atender aos mercados alimentício e oleoquímico. O Brasil é apontado como exportador de amendoim, com área nacional de produção de mais de 100 mil hectares com estimativas de produção de 350 mil toneladas e rendimento de 3305 kg/ha para a safra de 2015/ 2016, obtidas nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Em 2014, foram 125 mil toneladas de grãos e 40 mil

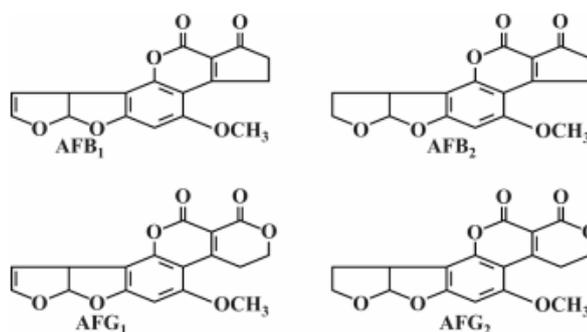
toneladas de óleo exportadas, principalmente, para países da América do Sul e Europa (USDA, 2016; CONAB, 2016). De acordo com os dados da CONAB (2016), o estado de São Paulo é o maior produtor nacional, responsável por quase 92% da oferta do país na safra 2015/16, com rendimento médio de 3465 kg/ha, e deste montante 80% é exportado devido à valorização cambial.

No ranking nacional, o Nordeste é o terceiro maior produtor, responsável por 9500 toneladas. O estado da Bahia que cultiva 4969 hectares obteve uma produção de 5186 toneladas, seguido do estado de Sergipe (2397 t) e da Paraíba (735 t) (IBGE 2013). Nestas regiões a lavoura do amendoim é uma atividade de grande interesse por parte de pequenos e médios agricultores que vivem da agricultura familiar. A produção industrial aumentou para “snacks”, doces, confeitos, antes, prevalentes a indústria de óleo. Hoje, a estimativa é de redução da área de cultivo (safra 2015/ 2016) em relação ao ano anterior, no entanto, com maior produtividade e conseqüente aumento na produção (CONAB, 2016).

Estudos vêm sendo realizados utilizando o amendoim como fonte alternativa na elaboração de produtos para a alimentação humana, representando uma alternativa viável em razão dos seus valores nutricionais. Pretti e Carvalho (2012) desenvolveram tecnologias para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produtos fermentados. Albuquerque et al. (2013) elaborou o extrato do amendoim estudando a ocorrência da aflatoxina no decorrer do armazenamento. A utilização dessa oleaginosa com este propósito e, os processos tecnológicos, têm sido utilizados e incrementados com outras pesquisas. Alves et al. (2014) avaliaram as características físico-químicas, sensoriais e a qualidade microbiológica de bebidas a base de amendoim estudando o enriquecimento do extrato adicionado de polpas de umbu e de goiaba em três formulações. Estudos realizados por Oliveira et al. (2014) apontam o extrato aquoso de amendoim como opção para elaboração de novos produtos alimentícios, por possuir características físico-químicas similares ao extrato aquoso de soja sendo mais uma opção para o consumidor. Barros Neto et al. (2014) fundamentando-se em pesquisas já existentes no desenvolvimento de máquinas para produção de extrato aquoso vegetal, desenvolveram, avaliaram e validaram uma máquina para produção de extrato de amendoim adotando-se procedimentos sistemáticos para a realização do processo de seu desenvolvimento.

## **2.2. Micotoxinas – aflatoxinas**

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por uma variedade de fungos, especialmente dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. As aflatoxinas fazem parte de um grupo de toxinas produzidas por fungos como metabólitos secundários, sendo produzidos pelo gênero *Aspergillus*, principalmente *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nominus* (YU et al., 2005). São conhecidos 18 tipos de aflatoxinas, sendo as mais comuns as aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> (*A. flavus* e *A. parasiticus*), G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub> (*A. parasiticus*.) (Figura 2), de ocorrência natural em vários produtos, e aflatoxinas M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub> encontradas no leite, carne e urina, que são originadas da transformação das aflatoxinas B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> pelo organismo após ingestão de alimentos contaminados (FREIRE et al., 2007).



**Figura 2.** Estrutura química das principais aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>. (Fonte: FREIRE et al., 2007).

Vários estudos foram conduzidos para identificar a microbiota fúngica e as micotoxinas no amendoim durante a estocagem e em condições de campos experimentais, sendo que os principais gêneros encontrados foram *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, e entre as micotoxinas, as aflatoxinas (GONÇALEZ et al., 2008a, 2008b; NAKAI et al., 2008; ATAYDE et al., 2012; ZORZETE et al., 2013). A contaminação por aflatoxinas é o principal problema de segurança alimentar nas culturas de campo, particularmente de culturas que são produzidas em climas tropicais e subtropicais em países nos quais a alta temperatura e a umidade promovem o crescimento e a proliferação de *Aspergillus* spp. (RUDREW et al., 2013).

O fungo *Aspergillus flavus* é responsável pela síntese de aflatoxinas no amendoim, porém, sua proliferação ocorre quando a umidade encontra-se entre 9 e 35% (DORIGON e FROZZA, 2014). Segundo BRASIL (2012), o limite de umidade do amendoim em casca deve ser no máximo 11%, já o amendoim descascado não deve exceder o valor de 8%, diminuindo assim, os riscos de proliferação do fungo. Estudos realizados por Gonzalez et al. (2013) mostram que 47 cepas de *Aspergillus flavus* foram isoladas em grãos e cascas de amendoim durante diferentes fases de maturação do fruto e também durante seu armazenamento. Das cepas

isoladas, foram avaliados os potenciais para produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico, em que 91,5% foram produtoras de aflatoxinas e 70% produziram ácido ciclopiazônico, sendo que 63,8% produziram ambas as toxinas e 2,1% não produziu nenhuma.

### **2.3. Liofilização**

A liofilização, também denominada de criodesidratação, é um tipo específico de desidratação por sublimação (ORDOÑEZ, 2005). Tem sido considerado o melhor processo de secagem de produtos termossensíveis, pois reduz a degradação nutricional e sensorial (ZOTARELLI et al., 2012), devido a retenção de compostos voláteis (SOTO et al., 2012), além de minimizar a taxa de reações enzimáticas (PALACIOS et al., 2012), sendo utilizada com o intuito de manter a atividade biológica (MOSQUERA et al., 2012), uma vez que a amostra não é exposta à temperaturas elevadas (SANTO et al., 2013). Entretanto, seu custo é significativamente maior quando comparado aos produtos secos por outras técnicas (VIEIRA et al., 2012), requerendo um maior tempo de processo e custos de capital e energia mais elevados (XU et al., 2012), necessitando-se, assim, de pesquisas que minimizem os custos operacionais, ofertando, dessa maneira, produtos a um preço mais competitivo (VIEIRA et al., 2012).

Na liofilização, o alimento é congelado e, em seguida, a água é removida da amostra pela redução da pressão da câmara de secagem, de modo a permitir que a água congelada sublime diretamente da fase sólida para a gasosa (PALACIOS et al., 2012), protegendo a estrutura principal e a forma do produto com uma redução mínima de volume (RAWSON et al., 2011), apesar da sublimação do gelo criar poros ou fendas nessa estrutura (OIKONOMOPOULOU et al., 2011). A combinação de baixas temperatura e pressão também leva a uma boa preservação da cor e sabor, permitindo a penetração da água e rápida recuperação de características semelhantes ao produto integral através da reidratação (SCHÖSSLER et al., 2012).

O processo de liofilização geralmente envolve três etapas: congelamento, secagem primária e secagem secundária (WEI et al., 2012). O congelamento é eficiente para solidificar a maior parte do solvente, que normalmente é a água (HARNKARNSUJARIT e CHAROENREIN, 2011), evitando o movimento de soluto e líquido (PAN et al., 2008) e interrompendo reações químicas e atividades biológicas (TATTINI JUNIOR et al., 2006). O desempenho global da liofilização e a qualidade do produto final dependem significativamente

deste estágio. Uma vez que, o tamanho e homogeneidade dos cristais de gelo, definem a forma, a distribuição, o tamanho e a conectividade dos poros da camada seca formada pela sublimação, influenciam, conseqüentemente, os parâmetros que caracterizam a transferência de calor e massa no produto durante a secagem primária e secundária (MARQUES, 2008).

Durante a secagem primária, o vapor de água é progressivamente removido do material congelado por sublimação, enquanto que a temperatura da câmara de secagem é controlada a uma temperatura constantemente baixa (WEI et al., 2012). A sublimação ocorre quando a pressão de vapor e a temperatura da superfície do gelo se encontram abaixo do ponto triplo da água (0,0099 °C e 610,5 Pa) (SONG et al., 2005), proporcionando-lhe o calor latente de vaporização (2,84 MJ kg<sup>-1</sup>) (ORDOÑEZ, 2005). O controle da temperatura na secagem primária é muito importante para evitar amolecimento das amostras, o que induz a falha do processo, ou até mesmo redução na taxa de sublimação (QIAO et al., 2012).

A secagem secundária consiste na retirada de água que está ligada a estrutura do material, quando não existe mais água na forma de gelo. Ocorre com velocidade menor que a sublimação, já que o teor de água é menor e a água não está livre (5% a 10% do total de água do material) (MARQUES, 2008). É iniciada com a redução da temperatura promovida pela redução de pressão na câmara de secagem, de modo que a água do material semi-seco possa ser removida, reduzindo o teor de água do produto a níveis desejados (WEI et al., 2012). Mosquera et al. (2012) afirmam que a remoção de água durante a liofilização, muitas vezes conduz à formação de uma matriz amorfa, onde biomateriais solúveis e insolúveis aparecem molecularmente desordenados, podendo ser encontrados na forma vítrea ou semelhante a borracha.

Zotarelli et al. (2012) relatam que na liofilização, como a água é removida a partir de um produto congelado, uma estrutura porosa é formada, resultando em um produto desidratado com melhores propriedades quando reidratado. Apesar da natureza higroscópica dos produtos liofilizados ser vantajoso para a reidratação, a adsorção de vapor de água durante o armazenamento e a distribuição pode se constituir em um sério problema (RHIM et al., 2011), por isso Galmarini et al. (2011) sugerem que, para manter a qualidade de frutas liofilizadas, deve-se considerar a utilização de adjuvantes de liofilização, como a maltodextrina com diferentes dextroses equivalente (DE). Além de permitir obtenção de pós menos higroscópicos, esse aditivo pode produzir pó “solto”, de fácil manuseio e com boa qualidade (MOSQUERA et al., 2012).

Pelo fato da liofilização não submeter os alimentos a altas temperaturas como nos outros processos de secagem, e conseqüentemente não ocorrer a degradação do valor nutricional (ROSA et al., 2013), vários trabalhos vem sendo desenvolvidos com uma grande variedade de frutas, a exemplo do açaí (PAVAN et al., 2012), abacaxi (VIEIRA et al., 2012), banana (ZOTARELLI et al., 2012), cajá (OLIVEIRA, 2012), framboesa (SOTO et al., 2012), graviola (CEBALLOS et al., 2012), jabuticaba (MARQUES et al., 2012), maçã (HUANG et al., 2012), manga (DORTA et al., 2012; CAPARINO et al., 2012), morango (MOSQUERA et al., 2012), pêssego, damasco, ameixa (LEONG e OEY, 2012), toranja (MORAGA et al., 2012), abacate (SOUZA et al., 2011), figo da india (MARTÍNEZ et al., 2011), maracujá (CATELAM et al., 2011), sapoti (OLIVEIRA et al., 2011), pequi (ALVES et al., 2010), pitaya (AYALA et al., 2010), ubaia (OLIVEIRA et al., 2010), uva (TORRES et al., 2010), dentre outros.

Apesar de a liofilização apresentar uma série de vantagens, mantendo intacta a estrutura dos alimentos, preservando o valor nutritivo e suas características sensoriais como sabor, aroma e textura, ainda não foram encontrados na literatura consultada estudos envolvendo o processo de liofilização do extrato aquoso do amendoim.

## **2.4. Aditivos**

Atualmente, existe uma diversidade de aditivos disponíveis no mercado. O Decreto nº 50.040 dispõe normas técnicas para o uso de aditivos químicos. Assim, consideram-se aditivos para alimentos (corantes, flavorizantes, antioxidantes, espumíferos, umectantes, estabilizantes, edulcorantes, conservador, anti-umectante, acidulante e espessante) as substâncias ou misturas de substâncias, dotadas ou não de poder alimentício, acrescentadas aos alimentos com a finalidade de lhes conferir ou intensificar o aroma, a cor, o sabor ou modificar seu aspecto físico geral ou ainda prevenir alterações indesejáveis (BRASIL, 1961).

A indústria de alimentos utiliza essa grande variedade de métodos de conservação e processamento para estender a vida útil de frutas, hortaliças e oleaginosas, de tal forma que possam ser consumidas durante todo o ano e transportadas de forma segura para consumidores em todo o mundo atendendo não apenas àqueles localizados nas proximidades das regiões produtoras. A conservação de alimentos visa principalmente criar um produto microbiologicamente seguro, todavia mantendo as características de qualidade (BARRETT e LLOYD, 2012).

Alimentos em pó ricos em açúcares de baixo peso molecular são muito sensíveis às condições ambientais, com difícil manuseio, sendo susceptível a redução de qualidade, devido às suas características higroscópicas. Para evitar esta situação indesejada à utilização de diferentes substâncias de elevado peso molecular, tais como maltodextrina com diferentes dextroses equivalente (DE) têm sido descritas como alternativa para produzir pós “soltos”, de fácil manuseio e com boa qualidade (MOSQUERA et al., 2012), sendo bastante empregada em processos de secagem devido suas propriedades físicas, tais como elevado grau de solubilidade, reduzindo a aglomeração dos pós desidratados ajudando a reter os compostos voláteis.

Maltodextrina é um produto em pó, de cor branca a levemente creme, sabor neutro a levemente adocicado, com ausência de grânulos de amido, pH entre 4,5 e 5,5, acidez entre 0,5 e 2,0 mL de NaOH/100g e  $5 > DE < 20$ , com presença de baixos teores de maltose (<5%) e de glicose (<3%). A maltodextrina pode ser considerada um amido pré-gelatinizado levemente hidrolisado por enzimas, pouco higroscópica e por essa razão tem aplicação nos produtos onde ganhos significantes de teor de água são indesejáveis. Também podem ser usadas em sistemas alimentícios para controlar a cristalização de sacaroses e dextroses. A presença de maltodextrina irá impedir que estes dois açúcares se aglomerem e formem uma estrutura endurecida (DAIÚTO e CEREDA, 2003).

A maltodextrina tem sido utilizada durante a produção de pós-alimentícios não somente para prolongar a vida-de-prateleira do produto, mas também para protegê-lo de oxidação (MORAGA et al., 2012), evitar aglomeração, atuar como barreira ao oxigênio e devido às boas características de dispersão e solubilidade (CEBALLOS et al., 2012). Galmarini et al. (2011) relatam que para melhorar a qualidade dos produtos liofilizados, deve-se considerar a utilização de hidratos de carbono como auxiliares de secagem. Muitos pesquisadores vêm utilizando maltodextrina como adjuvante de secagem nos processos de liofilização, a exemplo do abacaxi (VIGANÓ et al., 2012), cajá (OLIVEIRA, 2012), graviola (CEBALLOS et al., 2012), mirtilo (CHUN et al., 2012), morango (GALMARINI et al., 2011; MOSQUERA et al., 2012), amora-preta (GÓMEZ et al., 2011), caqui (BENEDETTI et al., 2011), manga (MEHRNOUSH et al., 2011), maracujá (PEDRO et al., 2010; CATELAM et al., 2011), maçã (JAKUBCZYK et al., 2010), dentre outras.

## **2.5. Armazenamento**

A qualidade dos produtos desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a diversas reações de natureza enzimática, oxidativa entre outras. De maneira geral, tais

produtos, quando embalados, de forma a serem protegidos para evitar o contato com o oxigênio e o ganho de água, apresentam maior vida útil (SILVA et al., 2005). A vida útil do produto pode ser definida como o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo do alimento, durante o qual se mantém a aceitabilidade pelos consumidores (SANTOS et al., 2010) e as características sensoriais e microbiológicas inalteradas, sem oferecer riscos à saúde do consumidor (MENEZES et al., 2011).

Apesar de não terem sido encontrados estudos referentes à liofilização do extrato aquoso do amendoim e armazenamento do pó obtido nesse processo, observa-se que a estabilidade de várias espécies de frutas em pó já foram estudadas, incluindo àqueles obtidas por esse processo de secagem, como uva (MORAGA et al., 2012), cajá (OLIVEIRA, 2012), framboesa (SYAMALADEVI et al., 2011), maçã (RAHARITSIFA e RATTI, 2010), entre outras, as quais obtiveram resultados satisfatórios. Para produtos alimentícios em pó, o umedecimento e recristalização são causas comuns do endurecimento, sendo dependentes da composição do pó. As condições ambientais (temperatura, umidade relativa, pressão), características das partículas (estrutura do estado sólido, formulação e tamanho, distribuição e forma da partícula) e tempo de armazenamento são conhecidos por influenciar a estabilidade do pó (STOKLOSA et al., 2012).

A vida útil do produto pode ser determinada a nível laboratorial, sem a intervenção de análise sensorial (HOUGH e GARITTA, 2012), através de ensaios químicos, físicos e microbiológicos. No entanto, quando não se têm recursos laboratoriais suficientes, a vida útil pode ser analisada em função da avaliação sensorial do produto pelo consumidor. A análise sensorial envolvendo consumidores torna-se, portanto, um fator chave na determinação da vida útil de muitos alimentos (MANZOCCO et al., 2012). Uma das maneiras de verificar a vida útil do amendoim, segundo Shin et al. (2010), é a relação oleico/ linoleico, quanto maior a razão entre eles, maior foi a sua vida útil, como consequência da maior estabilidade oxidativa.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. Utilização de subprodutos de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, supl. esp., p.260-268, 2008.

ALBUQUERQUE, E. M. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; SILVA, W. P. Production of -peanut milk- based beverages enriched with umbu and guava pulps. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Saudi Arabia, v.12, p.1-10, 2013.

ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; PRADO, M. E. T.; CRUVINEL, R. S. R. The effects of added sugars and alcohols on the induction of crystallization and the stability of the freeze-dried peki (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit pulps. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v.43, n.6, p.934-941, 2010.

ALVES, N. M. C.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALBUQUERQUE, E. M. B.; OLIVEIRA, M. C. T. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de duas bebidas elaboradas a base de amendoim. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, 2014.

ATAYDE, D. D.; REIS, T. A.; GODOY, I. J.; ZORZETE, P.; REIS, G. M.; CORREA, B. Mycobiota and aflatoxins in a peanut variety grown in different regions in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Protection**, London, v.33, p.7-12, 2012.

AYALA, A. A.; SERNA C. L.; MOSQUERA V. E. S. Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). **Vitae**, Antioquia, v.17, n.2, p.121-127, 2010.

BALLARD, T. S.; MALLIKARJUNAN, P.; ZHOU, K.; O'KEEFE, S. F. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from peanut skins. **Food Chemistry**, Barking, v.120, p.1185-1192, 2010.

BARRETT, D. M.; LLOYD, B. Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.92, n.1, p.7-22, 2012.

BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Projeto e validação de máquina para produção de extrato de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.11, p.1165-1171, 2014.

BENEDETTI, P. C. D.; PEDRO, M. A. M.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N. Influence of encapsulating materials on water sorption isotherms of vacuum-dried persimmon pulp powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v.35, n.4, p.423-431, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anvisa inspeciona indústrias de amendoim**. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961. **Normas técnicas especiais reguladoras do emprego de aditivos químicos a alimentos**. Brasília, DF, 1961.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.111, n.1, p.135-148, 2012.

CATELAM, K. T.; TRINDADE, C. S. F.; ROMERO, J. T. Water adsorption isotherms and isosteric sorption heat of spray-dried and freeze-dried dehydrated passion fruit pulp with additives and skimmed milk. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1196-1203, 2011.

CEBALLOS, A. M.; GIRALDO, G. I.; ORREGO, C. E. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.111, n.2, p.360-365, 2012.

CHUN, H. H.; KIM, M. S.; CHUNG, K. S.; WON, M.; SONG, K. B. Dehydration of blueberries using maltodextrin and the physicochemical properties of dried blueberries. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, Suwon, v.53, n.6, p.565-570, 2012.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Grãos, v.1 – Safra 2015/16, n.9 – Nono Levantamento, Brasília, p.1-80, 2016. Disponível: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)>. Acesso em: 13 fev. 2016.

DAIÚTO, E. R.; CEREDA, M. P. Amido como suporte na desidratação por atomização e em microencapsulamento. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, cap.16, p.449-474, 2003. (série: cultura de tuberosas alimáceas Latino Americanas).

DORIGON, E. B.; FROZZA, M. Condições para desenvolvimento de aflatoxina em sementes de *Arachis hypogaea* L.(amendoim) utilizadas para consumo humano na área rural dos municípios da região amai, SC. **Unoesc e Ciência - ACBS**, Joaçaba, v.5, n.1, p.49-56, 2014.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: effect on antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 45, n.2, p.261-268, 2012.

FRANCISCO, M. L. L. D.; RESURRECCION, A. V. A. Development of a reversedphase high performance liquid chromatography (RP-HPLC) procedure for the simultaneous determination of phenolic compounds in peanut skin extracts. **Food Chemistry**, Barking, v.117, n.2, p.356–363, 2009.

FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal** – Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 110, 48p., Fortaleza, 2007.

FREIRE, R. M. M.; NARAIN, N.; MIGUEL, A. M. R. O.; SANTOS, R. C. Aspectos nutricionais de amendoim e seus derivados. In: SANTOS, R.C. **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.389-420.

GALMARINI, M. V.; BAREN, C.; ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J.; LIRA, P. D. L.; BANDONI, A. Impact of trehalose, sucrose and/or maltodextrin addition on aroma retention in freeze dried strawberry puree. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.46, n.7, p.1337-1345, 2011.

GÓMEZ, G. I. G.; ORREGO-ALZATE, C. E.; GRAJALES, L. M.; TELIS, V. R. N.; GABAS, A. N.; TELIS-ROMERO, J. Effect of drying methods on the thermodynamic properties of blackberry pulp powder. **Dyna**, Medellín, v.78, n.168, p.139-148, 2011.

GONÇALEZ, E.; NOGUEIRA, J. H. C.; FONSECA H.; FELICIO, J. D.; PINO, F. A.; CORRÊA, B. Mycobiota and mycotoxins in Brazilian peanut kernels from sowing to harvest. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.123, p.184-190, 2008a.

GONÇALEZ, E.; SILVA, J. L.; REIS, T. A.; NAKAI, V. K.; FELICIO, F. D.; CORRÊA, B. Produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico por cepas de *Aspergillus flavus* isoladas de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.80, n.3, p.312-317, 2013.

GONÇALEZ, E.; SOUZA, T. N.; ROSSI, M. H.; FELICIO, J. D.; CORRÊA, B. Avaliação da micoflora e ocorrência de micotoxinas em cascas de amendoim em diferentes estágios de maturação da vagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.1380-1386, 2008b.

GRACIANO, E. S. A. **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife: UFRPE, 2009. 68p.

HARNKARNSUJARIT, N.; CHAROENREIN, S. Influence of collapsed structure on stability of  $\beta$ -carotene in freeze-dried mangoes. **Food Research International**, Kidlington, v.44, n.10, p.3188-3194, 2011.

HOUGH, G.; GARITTA, L. Methodology for sensory shelf-life estimation: a review. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v.27, n.3, p.137-147, 2012.

HUANG, L. L.; ZHANG, M.; WANG, L. P.; MUJUMDAR, A. S.; SUN, D. F. Influence of combination drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v.47, n.1, p.183-188, 2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. **Culturas temporárias e permanentes**, v.40. Brasil, 2013.

JAKUBCZYK, E.; LIGEZA, E. O.; GONDEK, E. Moisture sorption characteristics and glass transition temperature of apple puree powder. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.45, n.12, p.2515-2523, 2010.

KIM, J. K.; LIM, H. J.; SHIN, D. H.; SHIN, E. C. Comparison of nutritional quality and thermal stability between peanut oil and common frying oils. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, Seoul, v.58, n.4, p.527-532, 2015.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HU, F. B.; ROS, E.; SABATE, J. The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: multiple potential mechanisms. **Journal Nutrition**, Rockville, v.138, p.1746-1751, 2008.

LEONG, S. Y.; OEY, I. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Oxford, v.133, n.4, p.1577-1587, 2012.

LOPEZ-HUERTAS, E. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. **Pharmacological Research**, London, v.61, n.3, p.200-207, 2010.

MANZOCCO, L.; RUMIGNANI, A.; LAGAZIO, C. Use of images in shelf life assessment of fruit salad. **Journal of Food Science**, Chicago, v.77, n.7, p.258-262, 2012.

MARQUES, A. Y. C.; DRAGANO, N. R.; LENQUISTE, S. A.; BATISTA, A. G.; PALAZZO, C. C.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Freeze-dried jaboticaba peel powder rich in anthocyanins did not reduce weight gain and lipid content in mice and rats. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v.62, n.1, p.37-43, 2012.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP, 2008.

MARTÍNEZ, F. M. L.; RAMÍREZ, J. R.; TORRES, L. L. M.; LAGUNAS, L. L. M.; BERNAD, M. J. B. Effects of drying conditions on the rheological properties of reconstituted mucilage solutions (*Opuntia ficus-indica*). **Carbohydrate Polymers**, Kidlington, v.84, n.1, p.439-445, 2011.

MEHRNOUSH, A.; TAN, C. P.; HAMED, M.; AZIZ, N. A.; LING, T. C. Optimisation of freeze drying conditions for purified serine protease from mango (*Mangifera indica* Cv. Chokanan) peel. **Food Chemistry**, Oxford, v.128, n.1, p.158-164, 2011.

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; FERRUA, F. Q.; VILELA, C. P.; CARNEIRO, J. D. S. Influence of packaging and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserves. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p.674-680, 2011.

MONAGAS, M.; GARRIDO, I.; LEBRON-AGUILAR, R.; GOMEZ-CORDOVES, M. C.; RYBARCZYK, A.; AMAROWICZ, R.; BARTOLOME, B. Comparative flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut, and almond skins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, n.57, p.10590–10599, 2009.

MORAGA, G.; IGUAL, M.; MARTÍNEZ, E. G.; MOSQUERA, L. H.; NAVARRETE, N. M. Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.112, n.3, p.191-199, 2012.

MOSQUERA, L. H.; MORAGA, G.; NAVARRETE, N. M. Critical water activity and critical water content of freeze-dried strawberry powder as affected by maltodextrin and arabic gum. **Food Research International**, Kidlington, v.47, n.2, p.201-206, 2012.

NAKAI, V. K.; ROCHA, L. O.; GONÇALEZ, E.; FONSECA, H.; ORTEGA, E. M. M.; CORRÊA, B. Distribution of fungi and aflatoxin in a stored peanut variety. **Food Chemistry**, Barking, v.106, p.285-290, 2008.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Science**, London, v.1, n.1, p.647-654, 2011.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; SOUSA, F. C.; MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, S. P. A. Obtenção de ubaia desidratada pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.4, n.2, p.235-242, 2010.

OLIVEIRA, G. S. **Aplicação do processo de liofilização na obtenção de cajá em pó: avaliação das características físicas, físico-químicas e higroscópicas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. 83 f.

OLIVEIRA, T. K. B.; ALMEIDA, F. A. C. A.; CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; RAMOS, K. R. L. P. Análise físico-química de extrato aquoso de amendoim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.9, n.2, p.121-124, 2014.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, p.342-348, 2011.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005. 294 p.

PALACIOS, I.; GUILLAMÓN, E.; LAFUENTE, A. G.; VILLARES, A. Effects of freeze-drying treatment on the aromatic profile of *tuber* spp. Truffles. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v.36, n.6, p.1-6, 2012.

PAN, Z.; SHIH, C.; MCHUGH, T. H.; HIRSCHBERG, E. Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v.41, n.10, p.1944-1951, 2008.

PAVAN, M. A.; SCHMIDT, S. J.; FENG, H. Water sorption behavior and thermal analysis of freeze-dried, refractance window-dried and hot-air dried açai (*Euterpe oleracea* Martius) juice. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v.48, n.1, p.75-81, 2012.

PEDRO, M. A. M.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N. Effect of drying method on the adsorption isotherms and isosteric heat of passion fruit pulp powder. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.4, p.993-1000, 2010.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas herbáceas**. Sao Paulo: Nobel, 1972. 171p.

PRETTI, T.; CARVALHO, M. R. B. Tecnologia para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produto fermentado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.23, p.39-44, 2012.

QIAO, F.; FANG, C.; HUANG, L.; ZHANG, S. The effect of different heating patterns on vacuum freeze-drying of litchi pulp. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v.35, n.6, p.1-5, 2012.

RAHARITSIFA, N.; RATTI, C. Foam-mat freeze-drying of apple juice part 2: stability of dry products during storage. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v.33, Supl. 1, p.341-364, 2010.

RAWSON, A.; TIWARI, B. K.; TUOHY, M. G.; O'DONNELL, C. P.; BRUNTON, N. Effect of ultrasound and blanching pretreatments on polyacetylene and carotenoid content of hot air and freeze dried carrot discs. **Ultrasonics Sonochemistry**, Amesterdan, v.18, n.5, p.1172-1179, 2011.

RHIM, J. W.; KOH, S.; KIM, J. M. Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.104, n.4, p.484-491, 2011.

ROSA, E. D.; TSUKADA, M.; FREITAS, L. A. P. **Secagem por atomização na indústria alimentícia: fundamentos e aplicações**. 2013. Disponível: <<http://www.fazu.br/hd2/jornada2006/PALESTRAS/ENGE/palestra2.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

RUDREW, S.; CRAFT, J.; AIDOO, K. Occurrence of toxigenic *Aspergillus* spp. And aflatoxins in selected food commodities of Asian origin in the west of Scotland. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.55, p.653-658, 2013.

SANTO, E. F. E.; LIMA, L. K. F.; TORRES, A. P. C.; OLIVEIRA, G.; PONSANO, E. H. G. Comparison between freeze and spray drying to obtain powder *Rubrivivax gelatinosus* biomass. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.33, n.1, p.47-51, 2013.

SANTOS, A. A. O.; SANTOS, A. J. A. O.; SILVA, I. C. V.; LEITE, M. L. C.; SOARES, S. M.; MARCELLINI, P. S. Desenvolvimento de biscoitos de chocolate a partir da incorporação de fécula de mandioca e albedo de laranja. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.3, p.469-480, 2010.

SCHÖSSLER, K.; JÄGER, H.; KNORR, D. Novel contact ultrasound system for the accelerated freeze-drying of vegetables. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v.16, n.1, p.113-120, 2012.

SHIN, E. C.; CRAFT, B. D.; PEGG, R. B.; PHILLIPS, R. D.; EITENMILLER, R. R. Chemometric approach to fatty acid profiles in Runner-type peanut cultivars by principal component analysis (PCA). **Food Chemistry**, Barking, v.119, n.3, p.1262–1270, 2010.

SHIN, E. C.; HUANG, Y. Z.; PEGG, R. B.; PHILLIPS, R. D.; EITENMILLER, R. R. Comercial Runner Peanut Cultivars in the United States: Tocopherol Composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.57, n.21, p.10289-10295, 2009.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1179-1184, 2005.

SONG, C. S.; NAM, J. H.; KIM, C. J.; RO, S. T. Temperature distribution in a vial during freeze-drying of skim milk. **Journal of Food Engineering**, Oxford, 2005, v.67, n.4, p.467-475, 2005.

SOTO, M. U. R.; POWERS, J. R.; ALLDREDGE, J. R. Effect of mixing time, freeze-drying and baking on phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity of raspberry juice during processing of muffins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.92, n.7, p.1511-1518, 2012.

SOUZA, D. S.; PIMENTEL, J. D. R.; MARQUES, L. G.; NARAIN, N. Estudo da cinética de reidratação do pó da polpa do abacate liofilizado. **Scientia Plena**, Aracaju, v.7, n.6, p.1-6, 2011.

SOUZA, V. C.; LORENZI H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira**. Plantarum, Nova Odessa, 2008.

STOKLOSA, A. M.; LIPASEK, R. A.; TAYLOR, L. S.; MAUER, L. J. Effects of storage conditions, formulation, and particle size on moisture sorption and flowability of powders: A study of deliquescent ingredient blends. **Food Research International**, Kidlington, v.49, n.2, p.783-791, 2012.

SYAMALADEVI, R. M.; SABLANI, S. S.; TANG, J.; POWERS, J.; SWANSON, B. G. Stability of anthocyanins in frozen and freeze-dried raspberries during long-term storage: in relation to glass transition. **Journal of Food Science**, Chicago, v.76, n.6, p.414-421, 2011.

TATTINI JUNIOR, V.; PARRA, D. F.; PITOMBO, R. N. M. Influência da taxa de congelamento no comportamento físico-químico e estrutural durante a liofilização da albumina bovina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.42, n.1, p.127-136, 2006.

TORRES, C.; MAROTO, M. C. D.; GUTIERREZ, I. H.; COELLO, M. S. P. Effect of freeze-drying and oven-drying on volatiles and phenolics composition of grape skin. **Analytica Chimica Acta**, Amstredam, v.660, n.1-2, p.177-182, 2010.

USDA - United States Department of Agriculture. **Economics, statistics and market information system**. Disponível: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/oilseed-trade/oilseed-trade-05-10-206.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

USDA - United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Disponível: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=918&hidReportRetrievalTemplateID=1#ancor>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A. S. C.; ROCHA JUNIOR, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 239p.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.50-58, 2012.

VIGANÓ, J.; AZUARA, E.; TELIS, V. R. N.; BERISTAIN, C. I.; JIMÉNEZ, M.; TELIS-ROMERO, J. Role of enthalpy and entropy in moisture sorption behavior of pineapple pulp powder produced by different drying methods. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v.528, n.1, p.63-71, 2012.

WANG, J.; YUAN, X.; JIN, Z.; TIAN, Y.; SONG, H. Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins extract. **Food Chemistry**, Barking, v.104, p.242-250, 2007.

WEI, W.; MO, C.; GUOHUA, C. Issues in Freeze Drying of Aqueous Solutions. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, Beijing, v.20, n.3, p.551-559, 2012.

XU, W.; CHI, Y. J.; WANG, X. B.; CHEN, C. Functional properties of spray-dried and freeze-dried egg white proteins glycated with dextran. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v.10, n.3-4, p.173-177, 2012.

YU, J.; AHMEDNA, M.; GOKTEPE, I.; DAI, J. Peanut skin procyanidins: Composition and antioxidant activities as affected by processing. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.19, n.9, p.364-371, 2006.

YU, J.; CLEVELAND, T. E.; NIERMAN, W. C.; BENNETT, J. W. *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases. **Revista Iberoamericana de Micologia**, Bilbao, v 22, p.194-202, 2005.

ZORZETE, P; BAQUIÃO, A. C.; ATAYDE, D. D.; REIS, T. A.; GONÇALEZ, E.; CORREA, B. Mycobiota, aflatoxins and cyclopiazonic acid in stored peanut cultivars. **Food Research International**, Essex, v.52, p.380-386, 2013.

ZOTARELLI, M. F.; PORCIUNCULA, B. D. A.; LAURINDO, J. B. A convective multi-flash drying process for producing dehydrated crispy fruits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.108, n.4, p.523-531, 2012.

**PRODUÇÃO DE EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**ARTIGO I**

**CINÉTICA DE LIOFILIZAÇÃO DE EXTRATOS DE AMENDOIM**

## CINÉTICA DE LIOFILIZAÇÃO DE EXTRATOS DE AMENDOIM

### RESUMO

O emprego da liofilização vem crescendo devido aos atributos de qualidade apresentados pelos produtos desidratados, os quais podem ser consumidos ou adicionados em formulações de alto valor nutricional. Dessa forma, objetivou-se estudar a cinética de liofilização das formulações de extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele compostas por diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e diferentes concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%) ajustando-se aos dados experimentais os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page. Para produção dos extratos em pó, foram distribuídos inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim de cada uma das formulações em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento em freezer à -18 °C por 24 h. As diferentes formulações foram submetidas, em triplicata, à cinética de liofilização em um liofilizador de bancada da marca Liobras operando a temperatura (-55 ± 3 °C) com pesagens iniciais em tempos regulares de 60 min e com a menor variação de peso aumentou-se o intervalo de tempo das leituras até atingir o equilíbrio. Analisando os indicadores estatísticos dos modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de liofilização durante a desorção dos extratos de amendoim, verifica-se a boa representação do modelo de Page que obteve os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ), apresentando um melhor ajuste da curva aos dados experimentais. O conhecimento da cinética de liofilização dos extratos vegetais, contribuirá para o posterior desenvolvimento de modelos matemáticos da liofilização, com base nas leis de transferência de calor e massa.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea*; extratos vegetais; secagem; qualidade.

### ABSTRACT

The use of lyophilization is growing due to quality attributes submitted by dehydrated product which can be eaten or added in high nutritional value formulations. Thus, it aimed to study the freeze-drying kinetics of aqueous extract formulations of peanuts with skin and skinless composed of different extract ratios (1:2, 1:4, 1:6) and different maltodextrin concentrations (0, 10, 20 and 30%) adjusting the experimental data mathematical models Henderson e Pabis, Logarithmic and Page. For production of powdered extracts were distributed initially 200 ml of the aqueous extract of peanut each of the formulations in plastic tubs polyethylene - GN ½ - 200mm, subjected to freezing in a freezer at -18 °C for 24 h. The different formulations were submitted in triplicate to lyophilization kinetics in a benchtop lyophilizer the Liobras brand operating temperature (-55 ± 3 °C) with initial weighing at regular times and 60 min with the smallest weight change increased the interval time readings to achieve equilibrium. Analyzing statistical indicators of models adjusted to the experimental data of lyophilization kinetics during desorption of peanut extracts, there is a good representation of the Page model that obtained the highest coefficients of determination ( $R^2$ ), with a better curve fit to experimental data. Knowledge of the kinetics of lyophilization plant extracts, contribute to the further development of mathematical models lyophilization, based on heat and mass transfer laws.

**Keywords:** *Arachis hypogaea*; plant extracts; drying; quality.

### 1.1. INTRODUÇÃO

A utilização de grãos, como fonte alternativa na elaboração de produtos para a alimentação humana, na forma de extrato aquoso natural ou fermentado foi inicialmente descrita com o uso da soja. Aproveitando-se os métodos de produção de extrato aquoso fermentado ou não à base de soja, processos tecnológicos têm sido utilizados e modificados para outros vegetais como quirera e arroz integral (CARVALHO et al., 2011), quinoa (BICUDO et al., 2012) e amendoim (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Dessa forma, o emprego de tecnologias pós-colheita pode viabilizar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e de pequenas comunidades rurais, através do aumento do período de comercialização dos vegetais, assim como o desenvolvimento de subprodutos, com melhor aproveitamento da produção e agregação de valor, além de incentivar o consumo de alimentos regionais com potencial valor nutritivo e funcional (CAMPOS et al., 2012).

Na fase de pós-colheita dos produtos vegetais, a secagem é o processo mais utilizado para preservar sua qualidade e estabilidade, considerando que a redução do teor de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (RESENDE et al., 2011). Contudo, a secagem pode trazer consequências negativas como a deterioração de componentes nutricionais, escurecimento e obtenção de produtos com baixa capacidade de reidratação (ROSA, 2010).

A secagem é um processo complexo que envolve a transferência simultânea de calor e massa requerendo controle de processos precisos (JANGAM e MUJUMDAR, 2010). Durante a liofilização é necessário um fornecimento de calor para sublimar o teor de água do material e também deve haver um sorvedor de teor de água para remoção do vapor d'água formado a partir da superfície do material a ser seco.

Nesse contexto, a secagem por liofilização ganha destaque entre os métodos tradicionais na conservação dos constituintes do alimento. O processo de liofilização provoca poucas alterações no valor nutricional e nas características sensoriais, uma vez que é realizado a baixas temperaturas, preservando os componentes termossensíveis do produto resultando em alimentos na forma de pó.

Alimentos liofilizados são produtos com alto valor agregado por reter grande parte de seus nutrientes originais, uma vez que emprega baixas temperaturas em seu processamento. Entretanto, seu custo é expressivamente maior quando comparado aos produtos secos por outras técnicas, necessitando-se, assim, de pesquisas que minimizem os custos operacionais, ofertando, dessa maneira, produtos a um preço competitivo. Além disso, a qualidade final do

produto, considerando-se os aspectos nutritivos e sensoriais, também deve ser pesquisada para garantir alimentos seguros e nutritivos aos consumidores (VIEIRA et al., 2012).

A finalidade da cinética de liofilização é o acompanhamento da variação da razão de teor de água sempre relacionado à predição do tempo de secagem. A partir das limitações do processo para um determinado produto pode-se avaliar, projetar e/ou otimizar o processo de secagem permitindo avaliação do tempo de secagem (RESENDE et al., 2010). Dessa forma, objetivou-se estudar a cinética de liofilização das formulações de extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele compostas por diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e diferentes concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%) ajustando-se aos dados experimentais os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page.

## **I.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg), pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba.

### **I.2.1. Matéria prima**

Para liofilização foram utilizados grãos de amendoim cru, variedade BRS Havana, água mineral natural com certificação ISO 9001 e maltodextrina 10 DE (dextrose equivalente), como adjuvantes de secagem.

### **I.2.2. Elaboração das formulações para liofilização**

O extrato aquoso de amendoim foi obtido de acordo com a metodologia descrita por Almeida et al. (2014) utilizando o equipamento de bancada “*DiaMilk*” (Figura I.1), que consiste basicamente de um sistema de alimentação, sistema de trituração, sistema de acionamento e base de sustentação do equipamento.



**Figura I.1.** Equipamento utilizado para obtenção do extrato aquoso de amendoim. (Fonte: BARROS NETO et al., 2014).

Na Tabela I.1 encontram-se apresentadas as formulações destinadas ao processo de liofilização. Foram elaboradas vinte e quatro formulações de extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele para secagem pelo processo de liofilização, dentre as quais em dezoito formulações utilizou-se maltodextrina (10, 20 e 30%) e as demais foram elaboradas sem adição de adjuvante de secagem, constituindo-se em formulações controle.

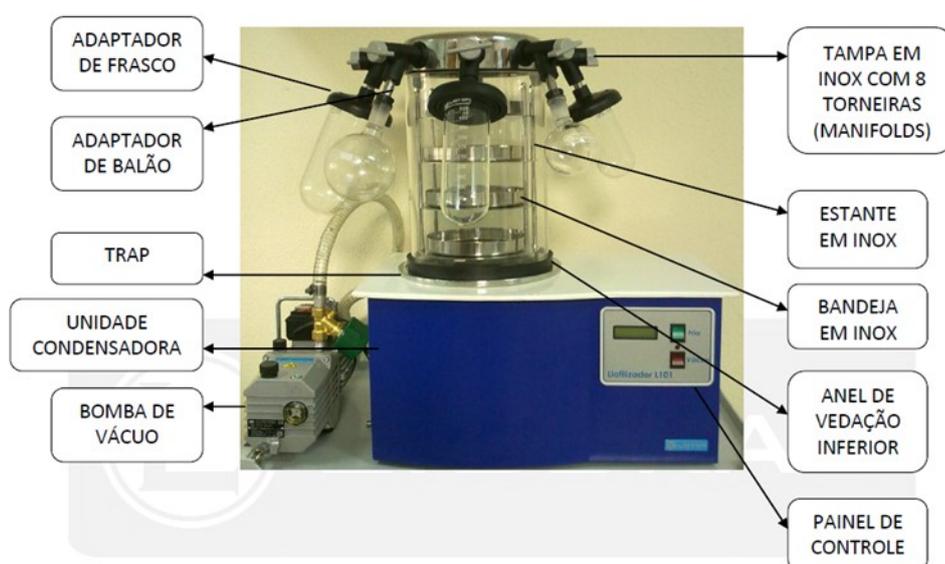
**Tabela I.1.** Formulações do extrato aquoso de amendoim destinadas à liofilização.

Formulação	Tratamento	Proporção de Extrato (kg/L)	Maltodextrina (%)
Controle (01)	Com pele	1:2	0
02	Com pele	1:2	10
03	Com pele	1:2	20
04	Com pele	1:2	30
Controle (05)	Sem pele	1:2	0
06	Sem pele	1:2	10
07	Sem pele	1:2	20
08	Sem pele	1:2	30
Controle (09)	Com pele	1:4	0
10	Com pele	1:4	10
11	Com pele	1:4	20
12	Com pele	1:4	30

Controle (13)	Sem pele	1:4	0
14	Sem pele	1:4	10
15	Sem pele	1:4	20
16	Sem pele	1:4	30
Controle (17)	Com pele	1:6	0
18	Com pele	1:6	10
19	Com pele	1:6	20
20	Com pele	1:6	30
Controle (21)	Sem pele	1:6	0
22	Sem pele	1:6	10
23	Sem pele	1:6	20
24	Sem pele	1:6	30

### I.2.3. Processo de liofilização e obtenção dos extratos em pó de amendoim

Para obtenção dos extratos em pó de amendoim foi utilizado um liofilizador de bancada da marca Liobras, modelo L101 (Figura I.2), que consiste basicamente de painel digital, bomba a vácuo, câmara de condensação com válvula de dreno integrada, câmara de secagem em acrílico constando, na parte superior, manifolds com oito torneiras de silicone para o encaixe de balões de vidro com sistema de alívio de vácuo e, no interior da câmara de secagem, um suporte em aço inoxidável para três bandejas.



**Figura I.2.** Liofilizador utilizado nas secagens. (Fonte: LIOBRAS, 2012).

#### I.2.4. Cinética de liofilização

As diferentes formulações foram submetidas, em triplicata, à cinética de liofilização com pesagens iniciais em tempos regulares de 60 min e com a menor variação de peso aumentou-se o intervalo de tempo das leituras até atingir o equilíbrio. Para tanto, os balões de vidro contendo as amostras foram retirados com alívio do vácuo pelo fechamento das válvulas que os interligam a câmara de secagem e então pesados em balança com pressão 0,001 g.

As razões de água e as curvas de razão de água em função do tempo de liofilização foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as liofilizações e dos teores de água determinados no início e no final das mesmas, de acordo com a Equação I.1.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (I.1)$$

onde:

$RX$  - razão de água do produto (adimensional)

$X$  - teor de água do produto

$X_i$  - teor de água inicial do produto

$X_e$  - teor de água de equilíbrio do produto.

Os modelos semi-empíricos da Tabela I.2 foram ajustados aos dados experimentais da cinética de liofilização, utilizando-se o programa computacional Statistica 8.0 por meio de análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton.

**Tabela I.2.** Modelos semi-empíricos para prever o fenômeno de secagem das formulações de extrato de amendoim.

Designação	Modelo	
Henderson e Pabis	$RX = a.exp(-k.t)$	I.2
Logarítmico	$RX = a.exp(-k.t) + c$	I.3
Page	$RX = exp(-k.t^n)$	I.4

Em que:  $t$  - tempo de secagem, min;  $k$  - constante de secagem;  $h^{-1}$ ;  $a$ ,  $c$ ,  $n$  - coeficiente dos modelos.

Na determinação do grau de ajuste de cada modelo às curvas de liofilização, foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadrático médio

(DQM). O desvio quadrático médio para cada um dos modelos, foi calculado de acordo com a Equação I.5.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}} \quad (I.5)$$

onde:

$DQM$  - desvio quadrático médio

$RX_{pre}$  - razão de teor de água predito

$RX_{exp}$  - razão de teor de água experimental

$N$  - número de dados experimentais.

### I.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela I.3 encontra-se os parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page, descritos na Tabela I.2, aos dados experimentais de quantidade de água (Apêndice A.I.1) obtidos na cinética de liofilização de extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água), sob diferentes concentrações de maltodextrina.

**Tabela I.3.** Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água).

Extrato em pó de amendoim com pele							
Modelos	CM*	Parâmetros				$R^2$	DQM
		k	N	a	C		
Henderson e Pabis	0	0,002625	-	1,065341	-	0,9917	0,0019
	10	0,002635	-	1,064778	-	0,9912	0,0022
	20	0,002637	-	1,063435	-	0,9902	0,0023
	30	0,002634	-	1,061942	-	0,9896	0,0023
Logarítmico	0	0,002274	-	1,108197	-0,06166	0,9950	0,0000
	10	0,002199	-	1,120662	-0,07925	0,9954	0,0000
	20	0,001995	-	1,162780	-0,13254	0,9967	0,0000
	30	0,001864	-	1,198731	-0,17509	0,9975	0,0000
Page	0	0,000335	1,326236	-	-	0,9981	0,0010
	10	0,000337	1,325844	-	-	0,9979	0,0012
	20	0,000341	1,324624	-	-	0,9976	0,0014
	30	0,000347	1,322320	-	-	0,9974	0,0015

Extrato em pó de amendoim sem pele							
Modelos	CM*	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM
		k	N	a	C		
Henderson e Pabis	0	0,002500	-	1,062796	-	0,9925	0,0018
	10	0,002509	-	1,062273	-	0,9919	0,0021
	20	0,002511	-	1,061574	-	0,9914	0,0022
	30	0,002513	-	1,060407	-	0,9910	0,0023
Logarítmico	0	0,002147	-	1,108546	-0,06579	0,9958	0,0000
	10	0,002067	-	1,123046	-0,08579	0,9963	0,0000
	20	0,001965	-	1,144266	-0,11335	0,9971	0,0000
	30	0,001863	-	1,170173	-0,14476	0,9990	0,0000
Page	0	0,000366	1,302026	-	-	0,9982	0,0010
	10	0,000368	1,301818	-	-	0,9980	0,0012
	20	0,000371	1,301224	-	-	0,9978	0,0013
	30	0,000376	1,299550	-	-	0,9977	0,0014

\* Concentração de maltodextrina, %

Analisando os indicadores estatísticos dos modelos ajustados aos dados experimentais da cinética de liofilização durante a dessorção dos extratos de amendoim, verifica-se a boa representação do modelo de Page que obteve os maiores coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) variando de 0,9974 a 0,9982, apresentando um melhor ajuste da curva aos dados experimentais.

Observa-se, na Tabela I.3, a magnitude da constante de secagem (k) que, de acordo com Goneli et al. (2009), representa o efeito das condições externas de secagem, e tende a aumentar com a elevação da temperatura do ar de secagem, tendência esta observada nos modelos de Henderson e Pabis e Page ao aumentar a concentração de maltodextrina. O coeficiente do modelo de Logarítmico não apresenta uma tendência clara em função do aumento do adjuvante de secagem.

Os valores observados do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para a descrição da perda de água a cada tempo da cinética de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água), também revelam o modelo de Page (Tabela I.4) como melhor modelo representativo, com os dados experimentais descritos no Apêndice A.I.2.

**Tabela I.4.** Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água).

Extrato em pó de amendoim com pele							
Modelos	CM*	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM
		k	N	a	C		

Henderson e Pabis	0	0,002620	-	1,065590	-	0,9923	0,0017
	10	0,002629	-	1,065084	-	0,9912	0,0021
	20	0,002636	-	1,064467	-	0,9907	0,0023
	30	0,002637	-	1,063470	-	0,9902	0,0024
Logarítmico	0	0,002377	-	1,094100	-0,04126	0,9945	0,0000
	10	0,002195	-	1,120832	-0,07906	0,9955	0,0000
	20	0,002097	-	1,139372	-0,10359	0,9961	0,0000
	30	0,001995	-	1,162806	-0,13252	0,9967	0,0000
Page	0	0,000333	1,326483	-	-	0,9983	0,0009
	10	0,000336	1,326228	-	-	0,9980	0,0012
	20	0,000338	1,325776	-	-	0,9978	0,0014
	30	0,000341	1,324680	-	-	0,9976	0,0015
<b>Extrato em pó de amendoim sem pele</b>							
Modelos	CM*	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM
		k	N	a	C		
Henderson e Pabis	0	0,002495	-	1,063075	-	0,9931	0,0017
	10	0,002504	-	1,062654	-	0,9927	0,0019
	20	0,002511	-	1,062284	-	0,9923	0,0022
	30	0,002515	-	1,061944	-	0,9919	0,0024
Logarítmico	0	0,002254	-	1,092624	-0,04297	0,9952	0,0000
	10	0,002211	-	1,099188	-0,05302	0,9954	0,0000
	20	0,002152	-	1,108701	-0,06671	0,9958	0,0000
	30	0,002070	-	1,12299	-0,08617	0,9963	0,0000
Page	0	0,000365	1,302148	-	-	0,9984	0,0009
	10	0,000367	1,301927	-	-	0,9983	0,0011
	20	0,000369	1,301701	-	-	0,9981	0,0012
	30	0,000370	1,301481	-	-	0,9980	0,0014

\* Concentração de maltodextrina, %

Na Tabela I.5 estão apresentados os parâmetros obtidos a partir do ajuste dos modelos por meio de regressão não linear aos dados experimentais de quantidade de água (Apêndice A.I.3) obtidos na cinética de liofilização do extrato de amendoim na proporção 1:6 (amendoim: água), considerando as diferentes concentrações de maltodextrina.

O coeficiente de determinação R<sup>2</sup> quantifica a qualidade do ajustamento, pois fornece uma medida da proporção da variação explicada pela equação de regressão em relação à variação total das respostas, variando de 0 a 100%. De acordo com os resultados obtidos, os valores devem ser superiores a 75% para serem considerados com bom ajuste (RODRIGUES e IEMMA, 2009).

**Tabela I.5.** Parâmetros estatísticos, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e desvio quadrático médio (DQM) para os modelos de Henderson e Pabis, Logarítmico e Page durante o processo

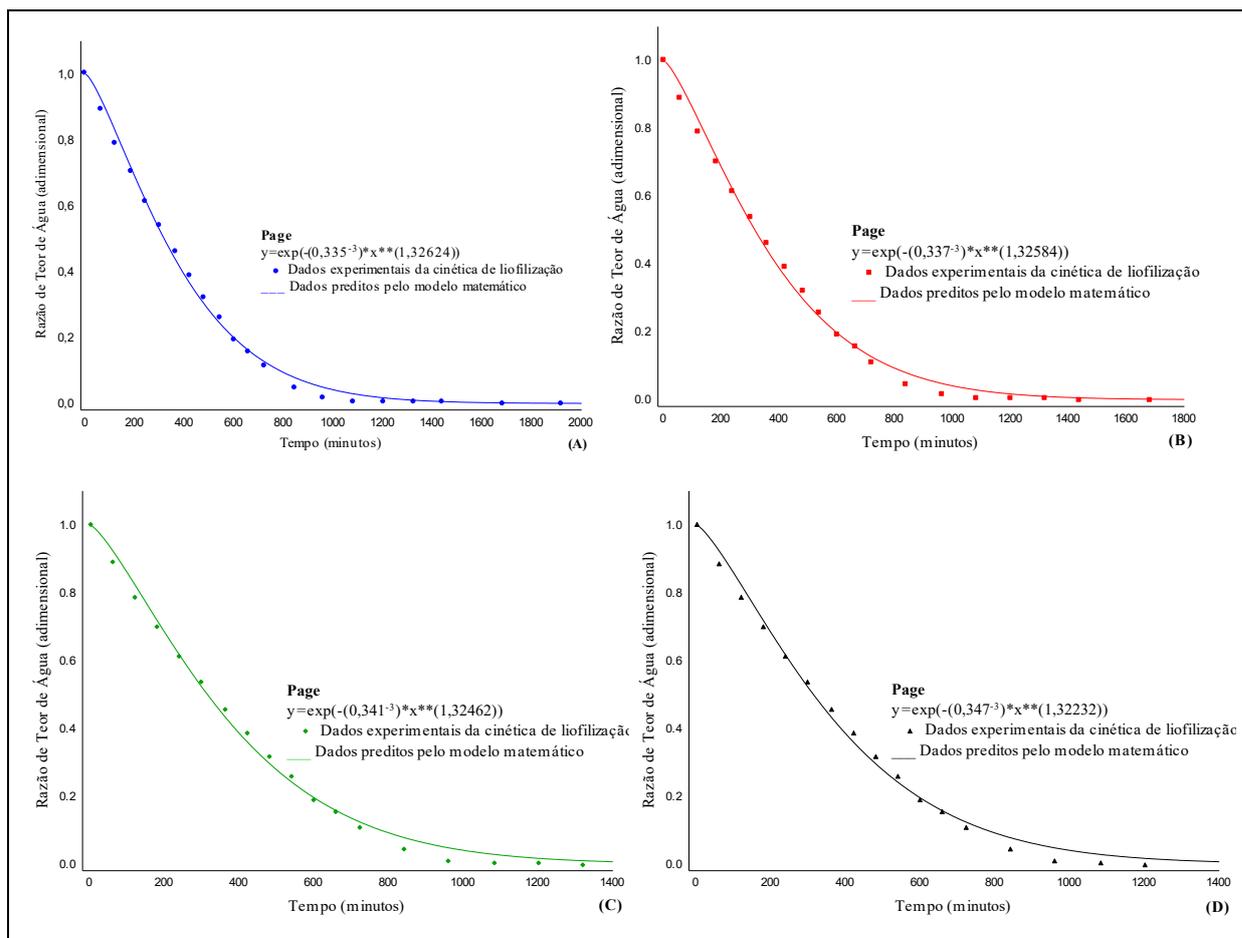
de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:6 (amendoim: água).

Extrato em pó de amendoim com pele							
Modelos	CM*	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM
		k	N	a	C		
Henderson e Pabis	0	0,002617	-	1,065679	-	0,9926	0,0016
	10	0,002628	-	1,065191	-	0,9923	0,0019
	20	0,002637	-	1,064717	-	0,9911	0,0023
	30	0,002641	-	1,064196	-	0,9906	0,0025
Logarítmico	0	0,002409	-	1,089885	-0,03494	0,9944	0,0000
	10	0,002383	-	1,093878	-0,04149	0,9944	0,0000
	20	0,002200	-	1,120679	-0,07936	0,9954	0,0000
	30	0,002100	-	1,139243	-0,10380	0,9961	0,0000
Page	0	0,000333	1,326413	-	-	0,9984	0,0008
	10	0,000336	1,326041	-	-	0,9982	0,0010
	20	0,000338	1,325793	-	-	0,9979	0,0013
	30	0,000545	1,248176	-	-	0,9973	0,0014
Extrato em pó de amendoim sem pele							
Modelos	CM*	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM
		k	N	a	C		
Henderson e Pabis	0	0,002491	-	1,063220	-	0,9934	0,0016
	10	0,002501	-	1,062798	-	0,9930	0,0019
	20	0,002508	-	1,062472	-	0,9927	0,0021
	30	0,002512	-	1,062100	-	0,9919	0,0023
Logarítmico	0	0,002288	-	1,088048	-0,03604	0,9951	0,0000
	10	0,002258	-	1,092547	-0,04323	0,9952	0,0000
	20	0,002213	-	1,099233	-0,05333	0,9954	0,0000
	30	0,002069	-	1,122955	-0,08590	0,9963	0,0000
Page	0	0,000364	1,302220	-	-	0,9985	0,0008
	10	0,000366	1,301980	-	-	0,9983	0,0010
	20	0,000368	1,301792	-	-	0,9982	0,0012
	30	0,000369	1,301609	-	-	0,9980	0,0014

\* Concentração de maltodextrina, %

Com relação ao coeficiente (n) do modelo de Page se observou uma tendência definida dos seus valores em relação à concentração de maltodextrina. Normalmente, com a elevação dos sólidos totais, menor é o valor de “n”, uma vez que há maior diferença entre a pressão de vapor do ar na amostra, promovendo maior remoção de água.

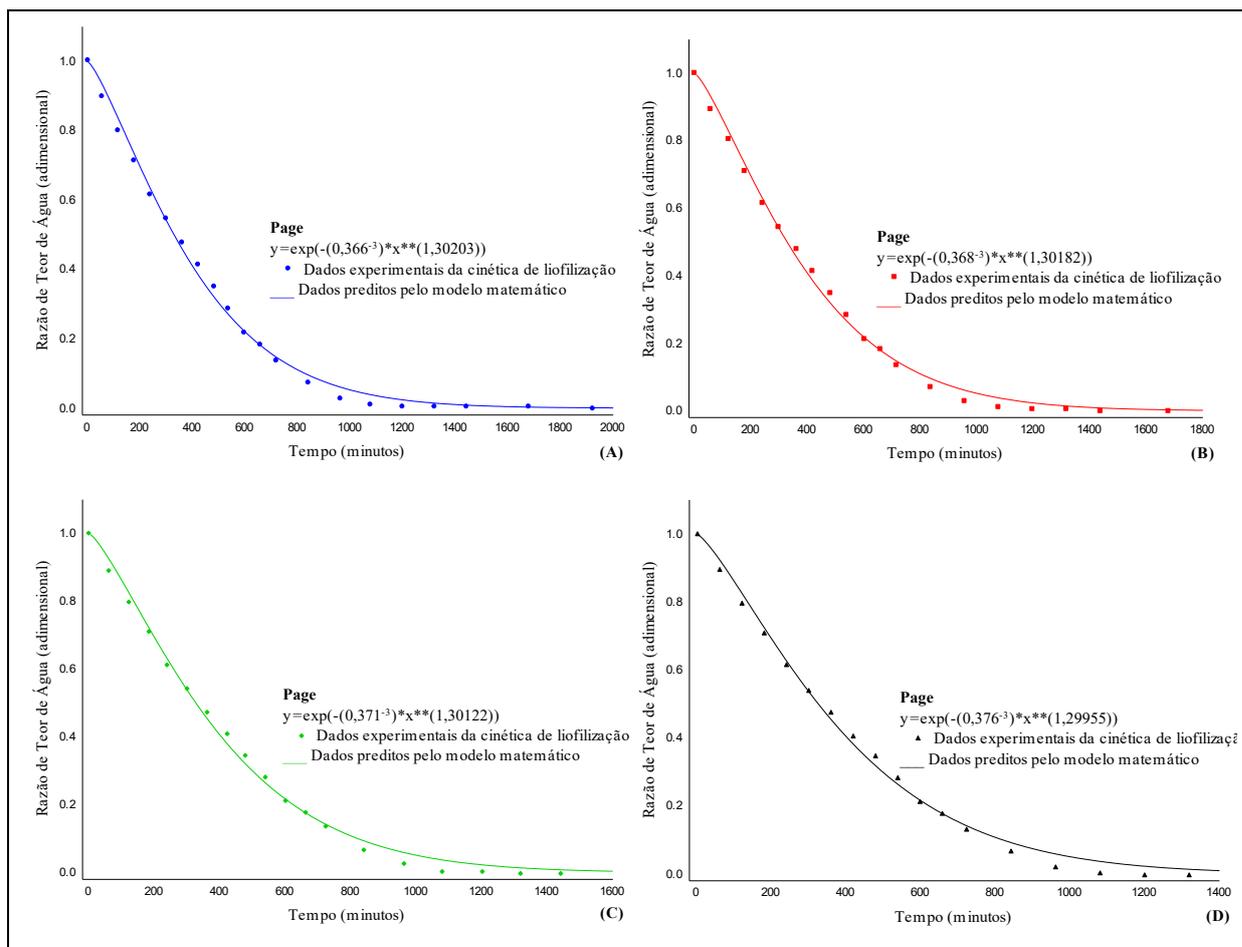
As figuras representativas de ajuste do modelo de Page nas três proporções de extratos e diferentes concentrações de maltodextrina estão apresentadas nas Figuras I.3, I.4, I.5, I.6, I.7 e I.8. De acordo com Marques (2008) o processo de liofilização se mostra eficiente frente às características sensoriais dos produtos, apesar de proporcionar maiores tempos de secagem.



**Figura I.3.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:2 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).

Observa-se que, embora o modelo de Page tenha sido o de melhor desempenho, quando avaliado o coeficiente de determinação, os outros modelos também tiveram excelente ajuste, uma vez que seus  $R^2$  foram superiores a 0,9896. Paula (2015) ajustou o modelo de Page para a cinética de liofilização de soro de leite encontrando valores de coeficiente de determinação acima de 0,99.

Os comportamentos das curvas de secagem observados para os extratos vegetais são típicos de secagem de material biológico, em que a taxa de secagem ocorre inicialmente em período constante e decresce à medida que o volume de água vai diminuindo da matriz até atingir período constante. Resultados similares foram observados por Rocha (2013) ao estudar a cinética de liofilização de suco misto de açaí, morango e acerola.

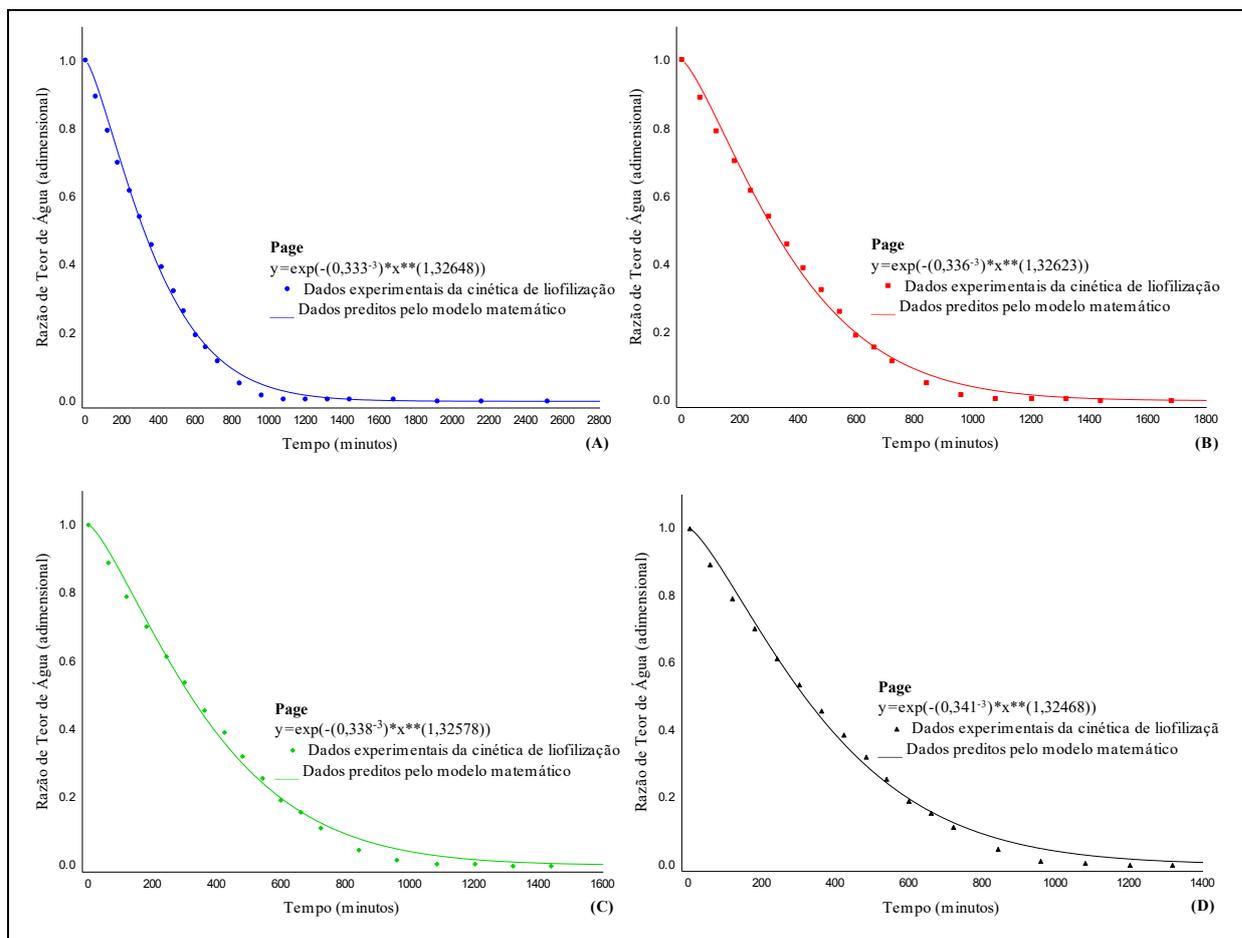


**Figura I.4.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).

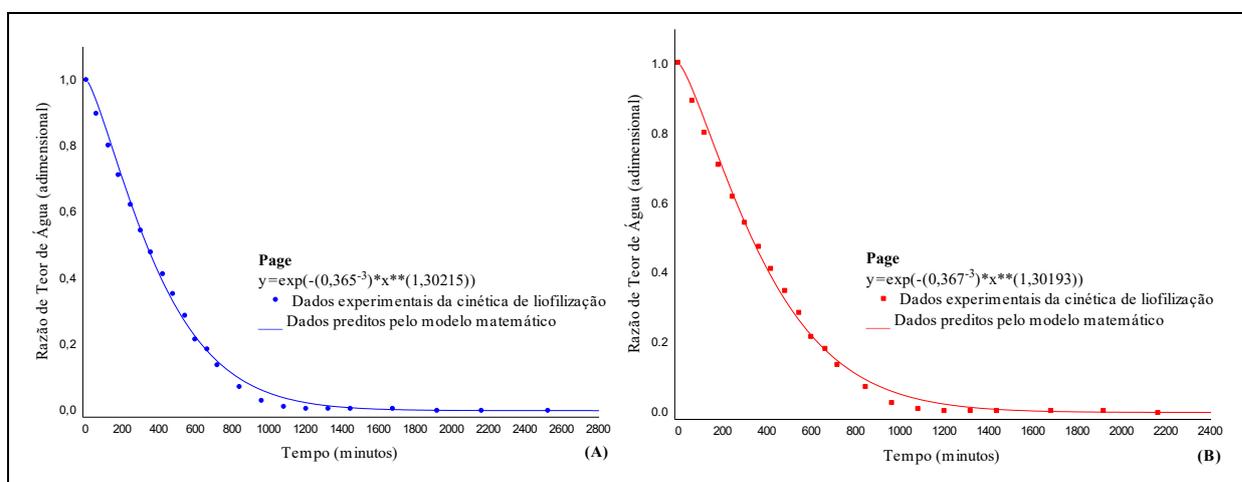
Os tempos médios necessários para completar o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água) em diferentes concentrações de maltodextrina variaram entre 1200 a 1920 minutos na temperatura de  $-55 \pm 3$  °C, sendo diretamente proporcional ao teor de água dos extratos, cujos resultados se assemelham aos reportados por Vieira et al. (2012) e Rocha (2013) em seus estudos com cinética de secagem de fatias de abacaxi e suco misto de açaí, morango e acerola com tempo de liofilização inferior a 30 horas.

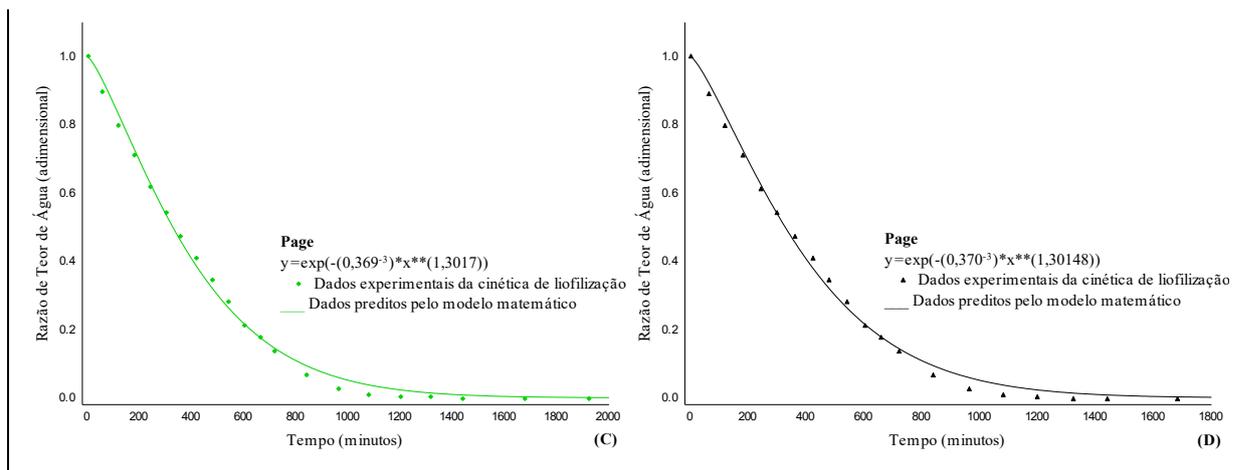
O tempo de secagem depende, dentre outras características, do sistema de liofilização (sistema de vácuo, fonte de calor para o processo de sublimação), do tipo e material a ser liofilizado, da quantidade e do teor de água inicial do material, além da área de secagem e da espessura que será liofilizada (PAULA, 2015). Em função de todas essas características,

diferentes tempos de liofilização podem ser encontrados, tendo em vista que cada material apresenta suas especificações.



**Figura I.5.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:4 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).

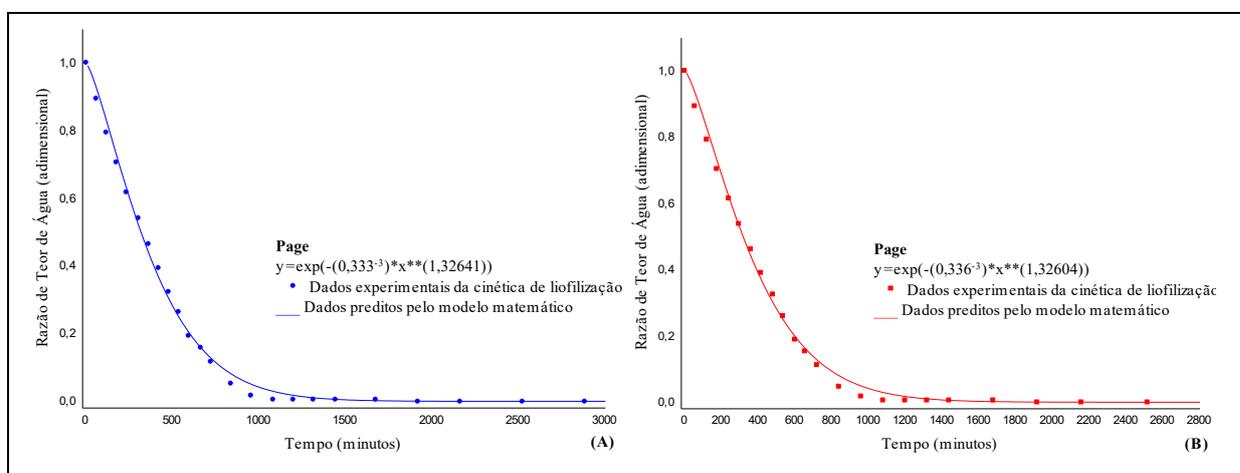


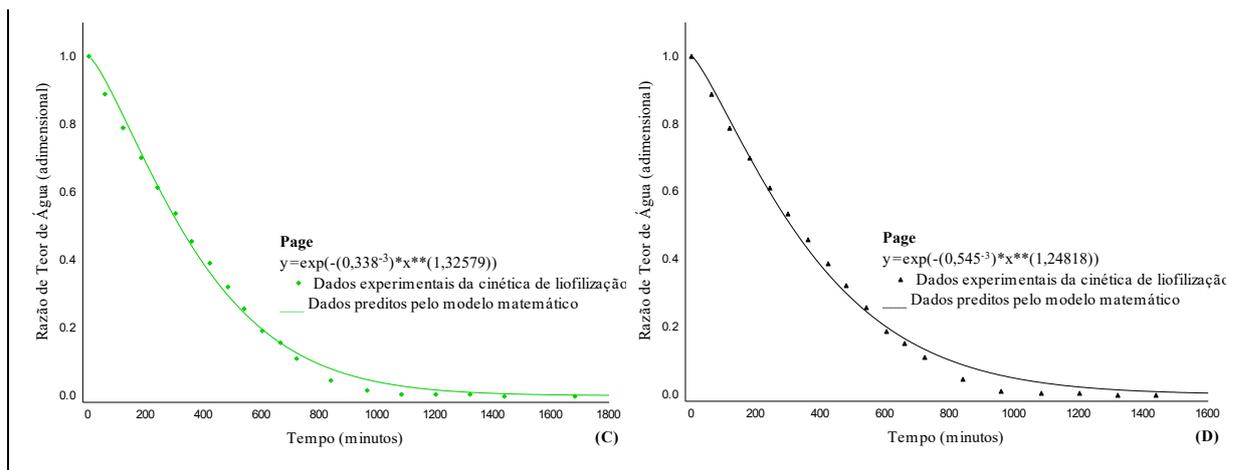


**Figura I.6.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).

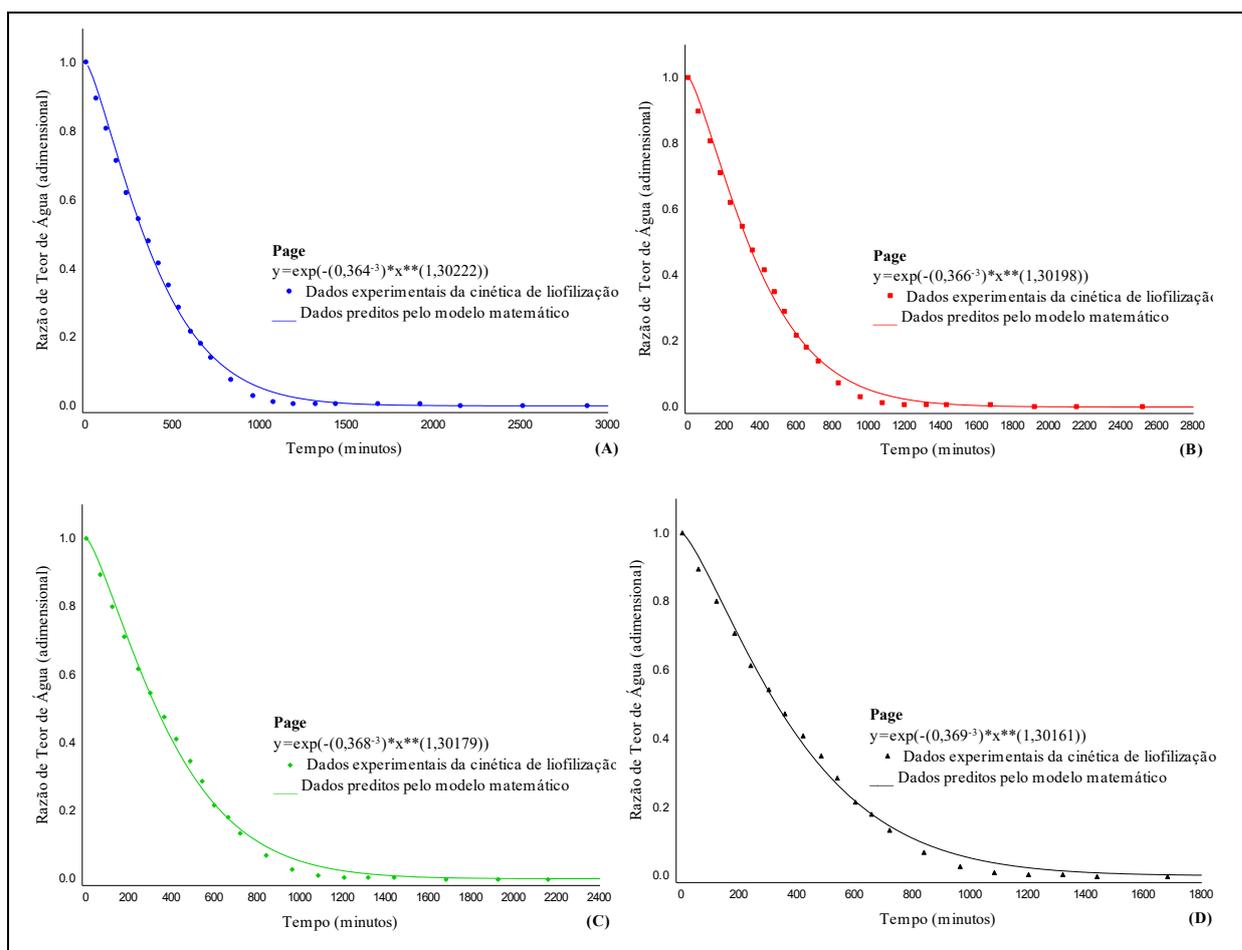
Na determinação da cinética de secagem dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:4 (amendoim: água) em diferentes concentrações de maltodextrina os tempos de secagem variaram entre 1320 a 2520 minutos. Raharitsifa e Ratti (2010) e Catelam et al. (2011) encontraram um tempo superior a 2280 minutos (48h) para garantir que o produto atingisse os teores de água desejados.

Poucos trabalhos levam em consideração a cinética de liofilização, sendo outros métodos de secagem, como os convencionais a ar quente, bastante pesquisado. Esse fato pode ser explicado pelo maior tempo requerido até alcançar o teor de água desejado, porém esse fenômeno torna-se insignificante quando avaliado a preservação dos componentes químicos da amostra, tendo em vista que quanto maior a temperatura utilizada no processo, maior serão as perdas dos constituintes.





**Figura I.7.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim com pele na proporção 1:6 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).



**Figura I.8.** Ajuste do modelo de Page aos dados experimentais da cinética de liofilização do extrato de amendoim sem pele na proporção 1:6 (amendoim: água) nas concentrações de maltodextrina de 0% (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).

Os tempos médios necessários para completar o processo de liofilização dos extratos de amendoim com pele e sem pele na proporção 1:6 (amendoim: água) em diferentes concentrações de maltodextrina variaram entre 1440 a 2880 minutos. Resultados superiores foram reportados por Paula (2015) em seus estudos de cinética de secagem de soro de leite com tempo de liofilização de 3305 minutos.

#### **I.4. CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que o processo de liofilização mostrou-se promissor para a redução do teor de água dos extratos vegetais, contribuindo para a preservação de suas qualidades físicas e nutricionais. Além disso, o conhecimento da cinética de liofilização dos extratos vegetais, obtido neste trabalho, contribuirá para o posterior desenvolvimento de modelos matemáticos da liofilização, com base nas leis de transferência de calor e massa.

#### **I.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALBUQUERQUE, E. M. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; SILVA, W. P. Production of -peanut milk- based beverages enriched with umbu and guava pulps. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Saudi Arabia, v.12, p.1-10, 2013.

ALMEIDA, F. C. A.; BARROS NETO, J. J. S.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Leite de Amendoim: Produto Natural**. In: FURTADO, D. A. Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. Campina Grande: EPGRAF, 2014. Cáp. 13, p.110-114.

BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Projeto e validação de máquina para produção de extrato de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.11, p.1165-1171, 2014.

BICUDO, M.O.P.; VASQUES, E.C.; ZUIM, D.R.; CANDIDO, L.M.B. Elaboração e caracterização de bebida fermentada à base de extrato hidrossolúvel de quinoa com polpa de

frutas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.30, n.1, p.19-26, 2012.

CAMPOS, R.P.; HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M.; MACEDO, M.L.R. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.41-49, 2012.

CARVALHO, W. T.; REIS, R. C.; VELASCO, P.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.422-429, 2011.

CATELAM, K. T.; TRINDADE, C. F. S.; ROMERO, J. T. Water adsorption isotherms and isosteric sorption heat of spray-dried and freeze-dried dehydrated passion fruit pulp with additives and skimmed milk. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1196-1203, 2011.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H. Cinética de secagem dos grãos de café descascados em camada delgada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.11, p.64-73, 2009.

JANGAM, S. V.; MUJUMDAR, A. S. **Drying of Foods, Vegetables and Fruits - Volume 1**. Ed. Jangam, S. V.; Law, C. L.; Mujumdar, A. S. Singapura, 2010.

LIOBRAS. Manual de Instruções – Liofilizadores L101, 2012.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. 255 f.

PAULA, R. R. **Estudo da cinética e influência dos métodos de secagem sobre as propriedades físico-químicas do soro de leite**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2015. 71 f.

RAHARITSIFA, N.; RATTI, C. Foam-mat freeze-drying of apple juice part 1: experimental data and ann siulations. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v.33, p.268-283, 2010.

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 171-178, 2010.

RESENDE, O.; ULLMANN,R.; SIQUEIRA, V. H.; CHAVES, T. H.; FERREIRA, L. U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1123-1135, 2011.

ROCHA, C. T. **Obtenção de suco misto de açaí, morango e acerola em pó por diferentes processos de secagem**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013. 69 f.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2ª ed. Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009. 362p.

ROSA, G. S. **Recobrimento de uréia em leito de jorro para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010. 93 f.

STATSOFT, **STATISTICA for Windows version 8.0**. Computer program manual. Tulsa: Statsoft, Inc., 2008.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.50-58, 2012.

**PRODUÇÃO DE EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**ARTIGO II**

**PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM**

## PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM

### RESUMO

A crescente procura por alimentos processados com características nutricionais similares ao produto fresco torna a liofilização um processo de conservação adequado para promover o consumo de extratos vegetais. Objetivou-se produzir e caracterizar os extratos em pó de amendoim integral e adicionado de maltodextrina quanto às determinações físicas e químicas; armazenar as amostras que melhor preservaram os constituintes e, avaliar sua estabilidade durante 180 dias de estocagem a temperatura ambiente ( $\pm 25$  °C), com análises físicas e químicas no tempo inicial e a cada 30 dias de armazenagem. Para produção dos extratos em pó, foram distribuídos inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim de cada uma das formulações em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento em freezer à -18 °C por 24 h. Posteriormente os extratos formulados foram submetidos a secagem em um liofilizador de bancada da marca Liobras operando a temperatura (-55 °C) associada à pressão de vácuo por um período de 48 horas. Após o processo de liofilização, os extratos em pó foram desintegrados em multiprocessador por 30 segundos e as amostras, avaliadas quanto às determinações físicas e químicas; as que melhor preservaram os constituintes foram estocadas por 180 dias, com análise no tempo inicial e a cada 30 dias de armazenagem. Os resultados obtidos mostraram que o processo de liofilização conservou os nutrientes, principalmente lipídios e proteínas e, reduziu a quantidade de outros, revelando a influência da maltodextrina sobre o comportamento dos pós, visto que a sua predominância foi marcante para melhor conservação, com redução do teor água e aumento da solubilidade.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea*; extratos vegetais; liofilização; caracterização.

### ABSTRACT

The growing demand for processed foods with nutritional characteristics similar to fresh product makes lyophilization a suitable preservation process to promote the consumption of plant extracts. The objective was to produce and characterize the extracts full peanut powder and added maltodextrin as the physical and chemical determinations; storing samples which best preserved the constituents and to evaluate its stability during 180 days of storage at room temperature ( $\pm 25$  °C), with physical and chemical analysis at baseline and every 30 days storage. For production of powdered extracts were distributed initially 200 mL of the aqueous extract of peanut each of the formulations in plastic tubs polyethylene - GN ½ - 200mm, subjected to freezing in a freezer at -18 °C for 24 h. Subsequently formulated extracts were undergoing drying in a benchtop lyophilizer the Liobras brand operating temperature (-55 °C) associated with the vacuum pressure for a period of 48 hours. After freeze-drying, powdered extracts were disintegrated in multiprocessor for 30 seconds and the samples evaluated for physical and chemical analysis; conditions that better preserved constituents were stored for 180 days, with analysis at baseline and every 30 days storage. The results show that lyophilization retained nutrients, especially lipids and proteins, and reduced amounts of other, revealing the influence of maltodextrin on the behavior of the post, since their prevalence was marked for better conservation, reducing the water content and increased solubility.

**Keywords:** *Arachis hypogaea*; plant extracts; lyophilization; description.

## **II.1. INTRODUÇÃO**

O reconhecimento da alimentação saudável na manutenção da qualidade de vida trouxe consigo crescente busca por alimentos com alto valor nutricional, acessíveis à população. Nos últimos anos, tem-se observado um aumento considerável de indivíduos que buscam uma alimentação balanceada propiciando benefícios ao organismo humano. Neste contexto, encontram-se os alimentos funcionais que se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônicas degenerativas (QUEIROZ et al., 2012).

O amendoim está associado com efeitos benéficos à saúde, sendo considerado um alimento altamente energético, composto por 48,7% de óleos, dos quais 80% são ácidos graxos insaturados, é uma ótima fonte de proteína vegetal, podendo suprir deficiências nutricionais, além de fibra dietética, vitaminas antioxidantes, minerais (selênio, magnésio e manganês) e fitoquímicos como o resveratrol e outros polifenóis (OLIVEIRA et al., 2016).

O emprego de novas tecnologias de processamento que favorecem a conservação dos atributos de qualidade de um produto em níveis mais próximos daqueles observados na matéria-prima in natura permite a obtenção de alimentos desidratados de aspecto sensorial apreciado pelos consumidores. Entre os processos de desidratação que resultam em produtos de bons atributos sensoriais e nutricionais destaca-se a liofilização.

Devido à redução do teor de água líquida e as baixas temperaturas durante o processo, grande parte das reações de deterioração são prevenidas, levando a um produto final de excelente qualidade. Dentro deste contexto, Samoticha et al. (2016), Oberoi e Sogi (2015) e Ghribi et al. (2015) comprovam em suas pesquisas a eficiência do processo de liofilização frente à preservação dos constituintes.

A indústria procura por oportunidades de mercado e tende a diversificar seus produtos, preparando novos alimentos, reforçando os atributos sensoriais, nutricionais e funcionais (SAKHALE et al., 2012). Os extratos em pó de amendoim apresentam quantidades significativas de nutrientes. O seu consumo representa uma contribuição saudável para a nutrição humana. Portanto, a qualidade organoléptica juntamente com os componentes nutricionais e os benefícios de hidratação dessa bebida caracterizam-na como uma interessante opção de escolha especialmente para a dieta com restrições a lactose.

Dessa forma, as determinações físicas e químicas são imprescindíveis para definir os parâmetros nutricionais do produto, controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos,

bem como deliberar as condições para o tipo de processamento e armazenamento ao qual o material biológico pode ser submetido e os meios necessários para atender as exigências da legislação.

Nesse contexto, objetivou-se produzir e caracterizar os extratos em pó de amendoim integral e adicionado de maltodextrina quanto às determinações físicas e químicas; armazenar os extratos em pó de amendoim que melhor preservaram os constituintes e, avaliar sua estabilidade durante 180 dias de armazenamento em condições ambiente ( $25 \pm 2$  °C), com análises físicas e químicas no tempo inicial e a cada 30 dias de armazenagem.

## **II.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA<sub>g</sub>) e no Laboratório de Engenharia de Alimentos, ambos pertencentes ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba.

### **II.2.1. Obtenção dos extratos em pó de amendoim**

Inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim de cada uma das formulações da Tabela I.1 foram colocados em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento através do contato direto das amostras com o ambiente resfriado em freezer à -18 °C por 24 h. Posteriormente os extratos formulados foram submetidos a liofilização à temperatura de  $-55 \pm 3$  °C por 48 h (Figura II.1A). Após o processo de liofilização, os extratos em pó de amendoim formulados foram desintegrados em multiprocessador (Figura II.1B) por 30 segundos e as amostras (Figura II.1C), avaliadas quanto às determinações físicas e químicas.



**Figura II.1.** Extratos formulados submetidos à liofilização (A); desintegração das amostras em multiprocessador (B); extrato em pó de amendoim (C). (Fonte: AUTOR, 2016).

## II.2.2. Caracterização física e química dos extratos em pó

As amostras dos extratos em pó de amendoim foram caracterizadas física e quimicamente quanto aos parâmetros: rendimento (%), solubilidade (%), cor, teor de água (%), atividade de água ( $A_w$ ), proteínas (%) e lipídios (%).

### II.2.2.1 Rendimento

O rendimento foi determinado através da diferença entre a pesagem do extrato aquoso de amendoim formulado e o extrato em pó de amendoim e calculado de acordo com a Equação II.1:

$$R = \frac{M_p}{M_f} \times 100 \quad (\text{II.1})$$

onde:

$R$  - rendimento, %

$M_f$  - massa do extrato de amendoim formulado, g

$M_p$  - massa do extrato em pó de amendoim, g.

### II.2.2.2 Solubilidade

A solubilidade foi determinada pelo método descrito por Eastman e Moore (1984), modificado por Cano-Chauca et al. (2005), que consiste na adição de 0,5 g de amostra em um recipiente contendo 50 mL de água destilada, sob agitação magnética de 1000 rpm, por 5

minutos, seguida por centrifugação a 2600 rpm, por 5 minutos. Uma alíquota de 12,5 mL do sobrenadante foi transferida para uma placa de Petri previamente pesada e submetida à secagem em estufa a 105 °C por 24 h. A solubilidade foi calculada de acordo com a Equação II.2:

$$S = \left[ \left( \frac{M_s}{M_a} \right) \times 4 \right] \times 100 \quad (\text{II. 2})$$

onde:

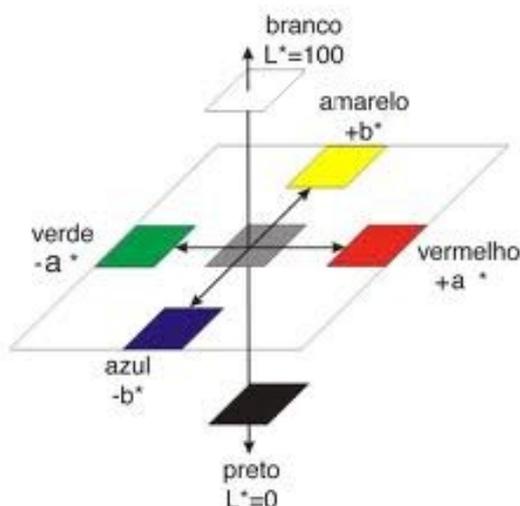
$S$  - solubilidade, %

$M_s$  - massa dos sólidos dissolvidos no sobrenadante, g

$M_a$  - massa da amostra, g.

### II.2.2.3 Cor

Os parâmetros de cor do extrato em pó de amendoim foram determinados em espectrofotômetro portátil MiniScan HunterLab XE Plus, modelo 4500 L, equipado com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e calibrado com placa padrão branca ( $X=80,5$ ;  $Y=85,3$ ;  $Z=90,0$ ), obtendo-se os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em que  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  – preto e  $L^* = 100$  – branco) e  $a^*$  e  $b^*$  são responsáveis pela cromaticidade ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde;  $+b^*$  amarelo e  $-b^*$  azul). Esses parâmetros podem ser visualizados de forma mais clara na Figura II.2.



**Figura II.2.** Significado geométrico do sistema CIE (Commissione Internationale em Illuminationne) que utiliza as coordenadas  $L^*a^*b^*$ . (Fonte: HUNTERLAB, 1978).

Com os dados de  $a^*$  e  $b^*$  foram calculados o Cromo ( $C$ ), que corresponde à saturação ou intensidade da cor, sendo 0 = cor impura e 60 = cor pura (Equação II.3) e o Ângulo Hue

(H°), que expressa a tonalidade perceptível da amostra sendo dependentes dos valores de a\* e b\*, em que 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde; 270° = azul e 360° = preto (Equação II.4).

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{II. 3})$$

$$H^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{a^*}{b^*}\right) \quad (\text{II. 4})$$

#### II.2.2.4 Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105 °C até peso constante, segundo metodologia descrita por BRASIL (2008).

#### II.2.2.5 Atividade de água

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de ±25 °C, em higrômetro Aqualab, modelo 3TE, fabricado pela Decagon. Este equipamento aplica o princípio do ponto de orvalho, em que a água é condensada em superfície espelhada e fria, e detectada por sensor infravermelho.

#### II.2.2.6 Proteínas

O teor de proteínas totais foi quantificado pelo método de digestão Kjeldahl com posterior destilação e titulação, que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína foi utilizado o fator 5,46, recomendado para proteínas de vegetais, especificamente o amendoim, de acordo com a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2010).

#### II.2.2.7 Lipídios

A quantidade de lipídios foi determinada pelo método de Bligh e Dyer (1959) com algumas modificações. Pesou-se 2 g do extrato em pó de amendoim e homogeneizou em potes de vidro hermeticamente fechados, com uma mistura de solvente constituindo de 10 mL de clorofórmio e 20 mL de metanol em agitador magnético a 700 rpm por 30 minutos. Após completa homogeneização uma única fase foi obtida procedendo-se a adição de mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL da solução de sulfato de sódio a 1,5%, seguida de agitação por 2 minutos. A solução com a amostra foi transferida para um funil de separação, onde ocorreu a formação do sistema bifásico. A camada inferior, ou seja, a fase orgânica rica em clorofórmio e que contém os lipídios, foi removida para um erlenmeyer de 100 mL, filtrada, e com o auxílio de pipeta volumétrica, 5 mL do filtrado foi transferido para um bécker de 50 mL previamente tarado. Em seguida foram levados para a estufa a 80 °C até evaporar o solvente (30-40 minutos). As amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica.

O percentual de lipídios foi calculado pela Equação II.5:

$$\% \text{ lipídios totais} = \frac{p \times 4}{g} \times 100 \quad (\text{II. 5})$$

onde:

$p$  - peso dos lipídios contidos em 5 mL, g

$g$  - peso da amostra, g.

### II.2.3. Armazenamento

As formulações do extrato em pó de amendoim, obtidas no item II.2.1, que melhor preservaram os constituintes, foram acondicionadas em embalagens stand-up pouch 100 metalizado com zíper, composta de PET transparente/ metalização/ filme de polietileno de baixa densidade (PEDB), seladas e submetidas ao armazenamento em condições ambiente ( $\pm 25$  °C) por um período de 180 dias. Durante o armazenamento foi acompanhada a estabilidade do produto através de análises periódicas das características físicas e químicas realizadas no tempo inicial (tempo zero) e a cada 30 dias de armazenagem. Os parâmetros avaliados durante o armazenamento foram: solubilidade, cor, teor de água, atividade de água, proteínas e lipídios, de acordo com a metodologia descrita no item II.2.2.

### II.2.4. Análise estatística

O delineamento estatístico empregado na caracterização dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3 X 4, representado pelas proporções de extrato (1:2, 1:4 e 1:6 kg/L) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%), empregando-se três repetições por tratamento. Foram realizadas a análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa computacional *Assistat*®, versão 7.6 beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

Para a análise dos parâmetros avaliados no armazenamento foi utilizado o programa computacional *Assistat*® versão 7.6 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009) por meio de delineamento inteiramente casualizado, com a comparação entre as médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### II.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### II.3.1. Caracterização física e química dos extratos em pó

Na Tabela II.1 encontram-se os percentuais de rendimento dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele.

**Tabela II.1.** Percentual do rendimento dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	31,2910	36,8408	42,0336	44,5767
	1:4	19,3566	26,3793	27,6981	31,2835
	1:6	13,5028	20,6785	24,7112	28,5782
Sem Pele	1:2	26,9479	36,6522	39,8899	44,1327
	1:4	15,3939	27,3229	29,3567	30,8900
	1:6	10,8643	24,7689	26,1987	28,8070

A variação das médias denota o fato do rendimento entre os extratos serem em função da massa seca obtida, onde se obteve extratos, por conseguinte, com rendimento de 10,8643%

a 44,5767%. Observa-se que o maior rendimento do extrato em pó foi na amostra com pele, na proporção de extrato 1:2 (kg/L) e na maior concentração de maltodextrina (30%), sendo essa correlação já esperada devido a maior quantidade de sólidos presentes na amostra liofilizada.

A Tabela II.2 apresenta os valores de solubilidade dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele liofilizado com diferentes concentrações de maltodextrina. Conforme esperado, quanto maior a concentração de adjuvante de secagem maior a solubilidade, uma vez que esses agentes carreadores caracterizam-se por sua alta solubilidade em água.

**Tabela II.2.** Médias do percentual de solubilidade dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	20,3034 cC	50,3508 cB	52,0937 cA	53,1398 cA
	1:4	26,6196 bC	56,8889 bB	58,3195 bB	60,5080 bA
	1:6	36,0055 aD	60,4248 aC	63,5631 aB	65,6748 aA
Sem Pele	1:2	21,3344 cC	51,2648 cB	52,4055 cAB	53,6715 cA
	1:4	27,0695 bD	57,1162 bC	59,2808 bB	61,8632 bA
	1:6	38,1333 aC	61,2913 aB	64,4453 aA	65,4934 aA

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As propriedades instantâneas são diretamente influenciadas pela composição dos alimentos, por exemplo, teor de sólidos, viscosidade e temperatura. A solubilidade do pó está associada com o conteúdo de umidade e condições operacionais do método de secagem, aumentando com a diminuição do teor de água (GOULA e ADAMOPOULOS, 2008). Os sólidos amorfos possuem elevada solubilidade e alta velocidade de dissolução, em comparação com o estado cristalino (YU, 2001). Dessa forma, considera-se que um maior nível de material amorfo propicia uma elevação da solubilidade do pó em água. Mutuamente, um superior grau de partículas no estado cristalino resulta em baixas solubilidades do pó em água.

Estão representados, na Tabela II.3, os valores médios de L\* (luminosidade) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele. Observa-se na análise colorimétrica que quanto maior a concentração de maltodextrina maior a luminosidade, o que já era esperado devido a coloração branca do aditivo, deixando o pó mais claro. Esse parâmetro é um

importante indicador de qualidade, visto que reflete a atratividade e a qualidade sensorial do pó produzido nos processos de secagem.

Kha et al. (2010) também observaram um aumento do parâmetro  $L^*$  com o aumento da concentração de maltodextrina em gac fruit, diluindo os pigmentos presentes no produto, alterando sua coloração.

**Tabela II.3.** Médias da luminosidade ( $L^*$ ) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	60,9567 cD	66,8467 cB	74,4400 cA	74,8667 cA
	1:4	65,1700 bC	70,9500 bC	75,6033 bB	78,0433 bA
	1:6	70,6967 aD	74,6700 aC	76,2267 aB	79,3200 aA
Sem Pele	1:2	76,6800 cD	77,1300 cC	81,4967 cB	82,8800 cA
	1:4	77,0800 bD	79,1367 bC	82,0767 bB	85,4200 bA
	1:6	81,4000 aD	82,6700 aC	85,9200 aB	88,1433 aA

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se na Tabela II.4 os valores médios da cromaticidade dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele. A saturação da cor é representada pelo parâmetro  $C^*$  que indica a pureza ou intensidade da cor com relação ao branco, determinadas pelas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ . Os resultados encontrados para  $C^*$  no presente estudo foram próximos aos relatados por Rocha (2013) com bebidas proteicas adicionadas de extratos de antocianinas, nos quais os valores médios variaram de 10,5 a 13,69.

**Tabela II.4.** Médias da cromaticidade ( $C^*$ ) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30

Com Pele	1:2	18,3833 aA	17,7267 aB	15,6000 aC	14,5167 aD
	1:4	18,7200 aA	14,0800 bB	12,7400 bC	11,9867 bD
	1:6	13,4933 bA	12,6533 cB	10,9200 cC	9,3600 cD
Sem Pele	1:2	15,8267 aA	13,2667 aB	10,8933 aC	10,4100 aC
	1:4	13,0800 bA	11,0200 bB	10,4000 aBC	9,5600 aC
	1:6	10,0567 cA	9,1333 cAB	8,7100 bB	7,2467 bC

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

São apresentados, na Tabela II.5, os valores médios do ângulo de tonalidade dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele. Avaliando-se os valores do Ângulo Hue, que indica a tonalidade em que se encontra a amostra, observa-se que houve uma redução na tonalidade dos extratos em pó com pele quando comparados aos extratos em pó sem pele nas mesmas proporções de extrato e concentrações de maltodextrina. O sólido de cor é dividido em quadrantes iniciando no eixo +a\*, em graus, em que 0° é +a\* (vermelho), 90° é +b\* (amarelo), 180° é -a\* (verde) e, 270° é -b\* (azul) (HUNTERLAB, 2008).

**Tabela II.5.** Médias do ângulo de tonalidade (H°) dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	55,590 cD	68,956 bC	83,023 bB	95,520 bA
	1:4	64,056 bD	77,156 aC	86,516 bB	97,640 bA
	1:6	73,186 aC	79,480 aB	116,993 aB	127,066 aA
Sem Pele	1:2	74,000 aC	81,943 bC	98,646 bB	127,176 bA
	1:4	80,260 aC	96,093 aB	106,196 bB	130,453 bA
	1:6	80,556 aC	102,063 aB	142,003 aB	153,410 aA

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os pigmentos, principais responsáveis pela coloração são termolábeis, e a maltodextrina provoca um efeito de diluição dos pigmentos presentes na amostra, havendo perda de nutrientes e da cor do produto, o que diminui a qualidade dos pós produzidos (FERRARI et al., 2012). A baixa temperatura (-55 ± 3 °C) associada à pressão de vácuo requeridas no processo de liofilização podem ter influenciado no processo degradativo das antocianinas presentes no extrato em pó de amendoim com pele.

Os extratos em pó de amendoim apresentaram baixo teor de água variando de 1,5453 a 3,2019% para as diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina analisadas (Tabela II.6). A legislação para frutas liofilizadas (Resolução CNNPA n° 12 de 24/07/1978) estabelece que os frutos liofilizados obtenham no máximo 5% de teor de água, para minimizar a deterioração de cor, sabor e odor provocados pelas reações oxidativas e impedir o desenvolvimento microbiano (BRASIL, 1978). A adição da maltodextrina na elaboração dos extratos aumenta o conteúdo de sólidos totais reduzindo a quantidade de água a ser evaporada, o que acarreta na diminuição do teor de água dos pós produzidos, aumentando a estabilidade do pó liofilizado, possibilitando a estocagem por um período de tempo maior (FERRARI et al., 2012).

**Tabela II.6.** Médias do percentual de teor de água dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	2,0483	1,8715	1,6874	1,5453
	1:4	2,3101	2,0912	1,8064	1,6961
	1:6	3,2019	2,7902	2,5837	2,4496
Sem Pele	1:2	2,0415	1,8388	1,7682	1,5581
	1:4	3,0477	2,4065	2,2698	2,1649
	1:6	3,1099	3,0934	2,8854	2,7073

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo.

Na Tabela II.7, são apresentados os resultados relativos a atividade de água dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele. Observando os resultados, é possível afirmar que a concentração de maltodextrina teve efeito significativo na atividade de água dos pós liofilizados. Além disso, todas as amostras apresentaram valores de atividade de água inferiores a 0,3200, indicando estabilidade microbiológica dos pós.

**Tabela II.7.** Médias da atividade de água dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
	1:2	0,1903 cA	0,1773 cB	0,1550 cC	0,1287 cD

Com Pele	1:4	0,2493 bA	0,1977 bB	0,1657 bC	0,1367 bD
	1:6	0,2847 aA	0,2383 aB	0,2367 aC	0,2270 aD
Sem Pele	1:2	0,2100 cA	0,1683 cB	0,1467 cC	0,1323 cD
	1:4	0,3063 bA	0,2347 bB	0,2127 bC	0,2010 bD
	1:6	0,3200 aA	0,2813 aB	0,2567 aC	0,2340 aD

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados similares foram reportados por Oliveira et al. (2015) que estudando a desidratação da guavira verificaram que amostras liofilizadas sem adição de maltodextrina apresentaram valores de 0,486; já as amostras adicionadas de 24% maltodextrina 10DE favoreceram a redução da atividade de água, apresentando valores médios de 0,356.

São apresentados, na Tabela II.8, as médias do percentual de proteínas dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele.

**Tabela II.8.** Médias do percentual de proteínas dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	25,6268 aA	19,0543 aB	15,1207 aC	13,7748 aD
	1:4	25,3377 abA	16,2596 bB	12,7979 bC	10,6341 bD
	1:6	25,0783 bA	14,4511 cB	10,5901 cC	10,6341 cD
Sem Pele	1:2	25,2350 aA	18,0599 aB	15,9241 aC	13,0113 aD
	1:4	25,3597 aA	15,0688 bB	11,5509 bC	9,8220 bD
	1:6	25,0850 aA	13,5675 cB	9,5982 cC	7,2655 cD

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que os valores obtidos para as diferentes proporções de extrato foram estatisticamente diferentes, com excessão apenas dos extratos em pó sem pele liofilizados sem maltodextrina, os quais apresentaram médias estatisticamente iguais de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O mesmo fenômeno ocorreu quando comparados estatisticamente as diferentes concentrações de maltodextrina, sendo que os extratos liofilizados sem adição do adjuvante de secagem apresentaram os maiores percentuais de proteína (25,6268%).

Os teores de proteínas dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele permanecem praticamente inalterados quando comparados com amendoim in natura, o que demonstra que a liofilização preservou o teor de proteínas no pó liofilizado. Isso se deve ao ambiente que a liofilização propicia com a pressão do ar diminuída e a imobilização da água em gelo. Os microcristais de gelo evaporam sem romper as estruturas moleculares, feito isso as membranas das proteínas continuam intactas (BEZERRA, 2014).

O amendoim destaca-se por seu elevado teor de proteína, que apesar de ser deficiente em determinados aminoácidos essenciais, a sua digestibilidade é comparável com a da proteína animal e maior quando confrontada com outras oleaginosas, como as das nozes e amêndoas (SOUSA et al., 2011).

Observando as médias do percentual de lipídios dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele, demonstrados na Tabela II.9, verificou-se uma alta concentração de gordura nas amostras obtidas sem adição de adjuvante de secagem. Observa-se que as formulações contendo maltodextrina tiveram influência sobre o percentual de lipídios dos pós obtidos.

**Tabela II.9.** Médias do percentual de lipídios dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele nas diferentes proporções de extrato e concentrações de maltodextrina

Amostra	Proporções de Extrato (kg/L)	Concentração de Maltodextrina (%)			
		0	10	20	30
Com Pele	1:2	49,3316 bA	36,7057 aB	27,8511 aC	23,6854 aD
	1:4	50,9377 aA	28,1901 bB	22,4463 bC	19,8910 bD
	1:6	44,1943 cA	25,4910 cB	22,4606 bC	14,4415 cD
Sem Pele	1:2	42,2719 aA	33,4797 aB	26,1073 aC	21,8014 aD
	1:4	41,9400 aA	29,6369 bB	20,1137 bC	17,7755 bD
	1:6	40,2974 bA	22,3598 cB	15,8066 cC	10,6967 cD

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### II.3.2. Armazenamento dos extratos em pó

Estão representados, na Tabela II.10, os valores médios da caracterização físico-química referentes aos sete períodos armazenamento dos extratos em pó de amendoim com pele na proporção 1:2 (amendoim: água) e 0% de maltodextrina, sob condições controladas de

temperatura e umidade relativa. Observa-se que os valores de solubilidade foram estatisticamente diferentes entre os quatro primeiros períodos de armazenamento, com maior valor para as amostras nos tempo 0 (21,22%), demonstrando uma correlação com o percentual de água da amostra.

**Tabela II.10.** Valores médios da caracterização físico-química do extrato em pó de amendoim com pele durante o armazenamento a T de 25 °C e UR 75%

Análises	Extrato em Pó de Amendoim Com Pele						
	Período de Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Solubilidade (%)	21,22a	20,68b	20,51bc	20,19cd	20,28bcd	20,17cd	20,01d
L*	66,04ab	65,94ab	65,60ab	65,48b	66,23a	65,95ab	65,79ab
C	18,69a	18,92a	18,65a	18,49a	18,69a	18,57a	18,43a
H°	73,97a	72,80a	73,03a	73,82a	72,96a	72,52a	73,02a
Teor de Água (%)	2,01d	2,02d	2,04d	2,15c	2,22b	2,26ab	2,29a
A <sub>w</sub>	0,191e	0,212d	0,231c	0,239b	0,245b	0,255a	0,259a
Proteínas (%)	25,09a	25,04a	24,90ab	24,80ab	23,88b	25,02ab	23,87b
Lipídios (%)	50,11a	49,85ab	49,64ab	49,32bc	49,42abc	48,87c	48,83c

Solubilidade: MG= 20,4375%; CV= 0,74%; DMS= 0,4215; L\*: MG= 65,8624; CV= 0,34%; DMS= 0,6287; C: MG= 18,6357; CV= 1,64%; DMS= 0,8507; H°: MG= 73,1609; CV= 0,86%; DMS= 1,7482; Teor de água: MG= 2,1430%; CV= 0,82%; DMS= 0,0488; A<sub>w</sub>: MG=0,2331; CV=1,05%; DMS=0,0068; Proteínas: MG= 24,6596%; CV=1,68%; DMS= 1,1544; Lipídios: MG= 49,4350%; CV= 0,55%; DMS= 0,7583; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; análise estatística aplicada individualmente para cada determinação físico-química.

Ao final do armazenamento, o pó não apresentou alterações significativas na análise colorimétrica. A luminosidade permaneceu praticamente inalterada durante a maior parte do armazenamento, variando de 65,28 a 66,43. Verifica-se que as médias da cromaticidade e ângulo de tonalidade dos extratos em pó de amendoim com pele, durante os sete períodos de armazenamento, foram estatisticamente iguais de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A embalagem foi considerada satisfatória por impedir o escurecimento da amostra. Dessa forma, as propriedades físico-químicas e sensoriais teoricamente pouco se alteraram, ficando o procedimento indicado para produtos sensíveis ao calor.

Constata-se aumento do teor de água a medida que o armazenamento vai se prolongando, passando de 2,011% (Tempo 0) para 2,294% (Tempo 6), que representa aumento de 12,32%. Observa-se que as embalagens laminadas proporcionam um maior tempo de

armazenamento dificultando a absorção de água pelos extratos em pó. Loureiro et al. (2013) observaram, para o buriti em pó, armazenado em embalagem laminada (PET transparente/ metalização/ filme de polietileno de baixa densidade - PEDB), que o teor de água permaneceu estatisticamente inalterado, com um aumento percentual de 4,30% no período de 0 a 90 dias de armazenamento.

Analisando o tempo total transcorrido (180 dias), o acréscimo na  $A_w$  foi de 26,25%, apresentando médias estatisticamente diferentes nos quatro primeiros períodos de armazenamento. Oliveira et al. (2011) enfatiza a importância no controle da atividade de água de um produto, uma vez que podem ser previstas reações químicas e enzimáticas, e desenvolvimento de micro-organismos. A partir do conhecimento da  $A_w$  pode-se, também, propor sistemas adequados de embalagem para um determinado produto.

Quanto ao conteúdo de proteínas verifica-se que as médias nos dois períodos iniciais foram estatisticamente iguais, com variação de 4,86% durante todo o armazenamento. O percentual de lipídios variou de 48,83 a 50,11% no decorrer dos sete períodos de armazenamento.

Estão representados, na Tabela II.11, os valores médios da caracterização físico-química referentes aos sete períodos armazenamento dos extratos em pó de amendoim sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água) e 0% de maltodextrina, sob condições controladas de temperatura e umidade relativa. A solubilidade dos pós diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre os ensaios, apresentando menor valor (20,96%) aos 180 dias de armazenamento. Esse comportamento se deve ao fato de o extrato em pó ser um material de alta higroscopicidade, sendo necessário a adição de adjuvantes de secagem para uma melhor estabilidade do produto.

A luminosidade do extrato em pó de amendoim sem pele permaneceu praticamente inalterada durante o período de armazenamento, com redução de 2,66%, em relação ao tempo inicial. Avaliando os resultados de cada intervalo de armazenamento percebe-se que entre os períodos 0 e 60 dias as médias foram estatisticamente iguais e, entre os períodos 90 e 180 dias também não se apresentou diferença significativa entre as médias. A redução do valor de luminosidade ( $L^*$ ) ao longo do período de armazenamento é um indicador de escurecimento que pode ser ocasionado tanto por reações oxidativas quanto pelo aumento da concentração de pigmentos (KADER, 2010).

**Tabela II.11.** Valores médios da caracterização físico-química do extrato em pó de amendoim sem pele durante o armazenamento a T de 25 °C e UR 75%

Análises	Extrato em Pó de Amendoim Sem Pele						
	Período de Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Solubilidade (%)	22,78a	22,08b	21,77bc	21,31cde	21,52cd	21,19de	20,96e
L*	78,42a	78,08a	78,14a	77,08b	77,14b	76,67b	76,33b
C	16,25a	15,710b	15,55b	15,40b	15,75ab	15,41b	15,32b
H°	79,99a	79,67a	79,96a	79,16a	79,34a	79,28a	79,61a
Teor de Água (%)	2,08e	2,16de	2,23cd	2,26bc	2,32b	2,56a	2,62a
A <sub>w</sub>	0,193f	0,219e	0,239d	0,249c	0,261b	0,270a	0,274 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	25,41a	25,08a	25,34a	24,89ab	25,17a	24,05b	24,68ab
Lipídios (%)	43,03a	42,39abc	42,02bc	42,39abc	41,78c	42,54ab	41,84c

Solubilidade: MG= 21,6591%; CV=0,79%; DMS= 0,4764; L\*: MG= 77,4657; CV= 0,30%; DMS= 0,6562; C: MG= 15,6262; CV= 1,38%; DMS= 0,6012; H°: MG= 79,5738; CV=0,40%; DMS= 0,8948; Teor de água: MG= 2,3162%; CV= 1,30%; DMS= 0,0841; A<sub>w</sub>: MG= 0,2440; CV= 0,76%; DMS= 0,0052; Proteínas: MG= 24,9491%; CV= 1,29%; DMS= 0,8948; Lipídios: MG= 42,2872%; CV= 0,58%; DMS= 0,6879; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; análise estatística aplicada individualmente para cada determinação físico-química.

Quanto à cromaticidade, verifica-se que houve alteração em todos os períodos de armazenamento, resultando em uma redução 5,72% da intensidade dos extratos em pó sem pele. É possível que esse decréscimo esteja associado à absorção de água pela amostra durante seu período de vida útil. Já as médias do ângulo de tonalidade, durante os sete períodos de armazenamento, foram estatisticamente iguais de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com Bezerra (2014), a redução desses parâmetros também está associada a baixa temperatura e pressão de vácuo requeridas no processo de liofilização, bem como pela degradação dos pigmentos presentes no material, por possuírem estrutura química instável, sendo facilmente reativo.

Os valores médios de teor de água, durante o armazenamento, variaram entre 2,08 e 2,62%. Estatisticamente, todas as amostras armazenadas em embalagem de polietileno apresentaram aumento significativo no teor de água entre o início e o penúltimo período de armazenamento. Esse aumento pode estar relacionado à taxa de permeabilidade das embalagens utilizadas, uma vez que as amostras foram armazenadas em ambiente com temperatura e umidade relativa controlada.

Nota-se o aumento da atividade de água durante todo o período de armazenamento ao final do qual a amostra teve um acréscimo de 29,45%. O aumento da atividade de água é esperado no armazenamento em embalagens que não são totalmente impermeáveis. De acordo

com os resultados obtidos verifica-se que, completados os 180 dias de armazenamento, nenhuma amostra ultrapassou o valor de 0,274 para  $A_w$ , permitindo classificar o produto como estável e seguro. De acordo com Melo Filho e Vasconcelos (2011) a velocidade de crescimento dos micro-organismos diminui com a menor atividade de água, podendo até sofrer paralização completa em atividades de água menor que 0,6, com variação mínima de acordo com o tipo de micro-organismo.

Quanto ao teor de proteínas observou-se que não houve diferença estatística entre as médias nos três períodos iniciais do armazenamento, apresentando variação de 2,87% no decorrer de todo o processo. Já os percentuais de lipídios dos extratos em pó de amendoim sem pele, durante os sete períodos de armazenamento, foram estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, variando de 41,84 a 43,03%.

#### **II.4. CONCLUSÃO**

A liofilização é um procedimento alternativo eficiente para conservação dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele e, quando associado ao uso de embalagens adequadas, suas características originais foram preservadas.

Os extratos em pó com pele e sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água) e 0% de maltodextrina foram considerados os que melhor preservaram os constituintes, pois o pó obtido apresentou maior rendimento, quando comparado com as outras proporções, maior percentual de proteínas e lipídios, além de ser um produto isento de adjuvante de secagem.

A liofilização aumentou o tempo de vida útil do produto, proporcionando ao mercado um produto de elevada qualidade nutricional.

#### **II.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. USA, 18<sup>a</sup> ed, 3<sup>a</sup> Review, Washington, 2010. 1094 p.

BEZERRA, T. S. **Caracterização física, química e morfológica de polpa de marolo liofilizada**. Tese (Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 141 p., 2014.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – CNNPA nº12, de 24 de Julho de 1978. Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, C. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.6, p.420-428, 2005.

EASTMAN, J. E.; MOORE, C. O. **Cold water soluble granular starch for gelled food composition**. U.S. Patent 4465702, 1984.

FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.2, p.157-165, 2012.

GHRIBI, A. M.; GAFSI, I. M.; BLECKER, C.; DANTHINE, S.; ATTIA, H.; BESBES, S. Effect of drying methods on physic-chemical and functional properties of chickpea protein concentrates, **Journal of Food Engineering**, v.165, p.179-188, 2015.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. Powder properties. **Drying Technology**, v.26, n.6, p.726-737, 2008.

HUNTERLAB. **Application Note: CIELCh Color Scale**, v.8, n.11, 2008.

KADER, A. A. Future of modified atmosphere research. **Acta Horticulturae**, v.857, p.212-217, 2010.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROACH, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v.98, n.3, p.385-392, 2010.

LOUREIRO, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: Efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, v.29, p.1092-1100, 2013.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 2011. 78p.

OBEROI, D. P. S.; SOGI, D. S. Effect of drying methods and maltodextrin concentration on pigment content of watermelon juice powder. **Journal of Food Engineering**, v.165, p.172-178, 2015.

OLIVEIRA, S. V.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; OSHIRO, M. A.; CARNEVALI, T. O.; HONORATO, C. A. Desidratação da polpa de *Campomanesia Adamantium* Cambess. O. Berg por liofilização. **Interbio**, v.9, n.2, p.22-27, 2015.

OLIVEIRA, T. K. B.; ALMEIDA, F. A. C.; PORTELA, A. S.; ALMEIDA, I. B.; MELO, B. A. Efeitos metabólicos da suplementação oral do amendoim in natura e do seu extrato aquoso em ratos wistar. **Revista Expressão Científica**, v.1, n.1, p.1-10, 2016.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.342-348, 2011.

QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P.; OLIVEIRA, K. S. Constituintes químicos das frações de lichia in natura e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1174-1179, 2012.

ROCHA, J. C. G. **Adição dos corantes naturais antocianinas e luteínas em bebidas formuladas com proteínas e soro de leite.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 2013. 111f.

SAKHALE, B. K.; PAWAR, V. N.; RANVEER, R. C. Studies on the development and storage of whey based rts beverage from mango cv. Kesar. **Journal of Food Processing & Technology**, v.3, n.148, p.1-8, 2012.

SAMOTICHA, J.; WOJDYLO, A.; LECH, K. The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. **LWT – Food Science and Technology**, v.66, p.484-489, 2016.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C.; ALVES, A. M.; FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, v.44, n.7, p.2319–2325, 2011.

YU, L. Amorphous pharmaceutical solids: preparation, characterization and stabilization. **International Journal of Pharmaceutics**, v.48, p.27-42, 2001.

**PRODUÇÃO DE EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**ARTIGO III**  
**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS EXTRATOS EM PÓ DE**  
**AMENDOIM**

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS EXTRATOS EM PÓ DE AMENDOIM

### RESUMO

Atualmente, a produção de alimentos liofilizados é um mercado com grande potencial de crescimento por conferir importantes características de conservação, como estabilidade à temperatura ambiente, versatilidade do produto e preservação dos compostos químicos. Diante dos efeitos funcionais dos extratos em pó de amendoim, objetivou-se quantificar os compostos bioativos e determinar as características químicas e físicas fazendo um comparativo entre a amostra com pele e sem pele. Para a produção dos extratos em pó, foram distribuídos inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento em freezer à -18 °C por 24 h. Posteriormente, os extratos formulados foram submetidos a liofilização à temperatura de  $-55 \pm 3$  °C, por 48 h, com uma pressão absoluta final de 6,0 Pa. Após o processo de liofilização, os extratos em pó foram desintegrados em multiprocessador por 30 segundos e, as amostras, avaliadas quanto às determinações físicas e químicas. A ingestão do extrato em pó de amendoim com pele é recomendada, uma vez que a retirada da película ocasiona perdas significativas nos compostos bioativos. Os extratos em pó são classificados como não higroscópicos, apresentam pobre fluidez e coesividade intermediária nas amostras com pele e alta coesividade nas amostras sem pele. Os pós apresentaram partículas aglomeradas, com formato irregular e desuniforme. O potássio foi o mineral encontrado em maior quantidade, bem como os ácidos graxos oleico e linoleico.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L.; extratos vegetais; compostos bioativos; caracterização.

### ABSTRACT

Currently, the production of freeze-dried foods is a market with high growth potential to confer significant conservation characteristics such as ambient temperature stability, product versatility and preservation chemicals. Before the functional effects of peanut powder extracts aimed to quantify the bioactive compounds and determine the physical and chemical characteristics making a comparison between the sample with skin and skinless. For production of powdered extracts were distributed initially 200 mL of the aqueous extract of peanut in plastic tubs polyethylene - GN ½ - 200mm, subjected to freezing in a freezer at -18 °C for 24 h. Then, the formulated extracts were dried in a benchtop lyophilizer operating at temperature of  $-55 \pm 3$  °C for a period of 48 hours, with a final absolute pressure of 6.0 Pa. After freeze-drying, powdered extracts were disintegrated in multiprocessor for 30 seconds and, the samples evaluated for physical and chemical determinations. The extract intake peanut powder with skin is recommended, since the removal of the film causes significant losses in bioactive compounds. The powder extracts are classified as non-hygroscopic, have poor fluidity and cohesiveness intermediate in samples with skin and high cohesiveness in skinless samples. The post had agglomerated particles with irregular and uneven shape. Potassium was the mineral found in greater quantities, as well as oleic and linoleic fatty acids.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L.; plant extracts; bioactive compounds; description.

### **III.1. INTRODUÇÃO**

Os alimentos de origem vegetal constituem uma das principais fontes de compostos bioativos, com propriedades funcionais. De acordo com Silva et al. (2012), os principais antioxidantes nos vegetais são as vitaminas C e E, os carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, cultivar e grau de maturação do vegetal bem como das condições edafoclimáticas do cultivo (FREIRE et al., 2012).

O amendoim é caracterizado como sendo um alimento funcional, devido à grande quantidade de vitaminas e minerais, por ser rico em ácidos graxos insaturados, com destaque para o oleico e linoleico e, pobre em ácidos graxos saturados, além de ser uma importante fonte de proteína vegetal. O consumo deste alimento está relacionado à redução de doenças como o câncer, Alzheimer, catarata e Parkinson. Estes efeitos também são atribuídos às propriedades antioxidantes dos compostos bioativos (AYALA-ZAVALA et al., 2011).

Na conservação de alimentos, a liofilização se destaca por preservar principalmente os compostos bioativos e componentes nutricionais, proporcionando a conservação do aroma e sabor característicos dos produtos naturais devido à conservação dos compostos voláteis aromáticos. Esse método favorece a estabilidade do produto acondicionado à temperatura ambiente e reduz significativamente o seu peso e volume, possibilitando decréscimo nos custos com embalagens, armazenamento e transporte.

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de ampliar o desenvolvimento de novos produtos, aliada ao uso de novas técnicas de produção uma vez que o binômio saúde-dieta representa um novo paradigma no estudo dos alimentos. Rosa e Cougo (2014), Juliano et al. (2014) e De-Melo (2016) demonstram em seus trabalhos as vantagens da liofilização frente a preservação dos compostos bioativos e componentes nutricionais quando comparados a métodos tradicionais de secagem. Tal fato é explicado pela baixa temperatura em que todo o processo é conduzido, o que reduz significativamente as alterações na morfologia do produto inicial.

Admitindo a particularidade de cada produto, as características físicas e a composição química são indispensáveis para o adequado desenvolvimento de processos e simulações, que visem aperfeiçoar o sistema produtivo da cultura do amendoim e de seus subprodutos. O desafio é manter a estabilidade oxidativa durante a cadeia de comercialização, frente aos fatores extrínsecos incluindo a temperatura, disponibilidade de O<sub>2</sub>, exposição à luz e umidade relativa

para preservar a qualidade química, microbiológica e sensorial (Martín et al., 2016). Araújo et al. (2014), avaliando as propriedades físicas dos grãos de amendoim, afirmam que essas características são de suma importância para o manejo correto dessa cultura, afim de minimizar os custos de produção para maior competitividade e manutenção da qualidade do produto.

Diante das qualidades funcionais dos extratos em pó de amendoim, objetivou-se quantificar os compostos bioativos e determinar as características físicas e químicas do produto, fazendo um comparativo entre as amostras com pele e sem pele.

## **III.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) e no Laboratório de Química e Biomassa (LQB), ambos pertencentes a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba.

### **III.2.1. Obtenção do extrato em pó de amendoim**

Inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele, obtido na proporção 1:2 (amendoim:água) de acordo com a metodologia descrita por Almeida et al. (2014) foi colocado em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento através do contato direto das amostras com o ambiente resfriado em freezer à -18 °C, por 24 h. Posteriormente, os extratos formulados foram submetidos a liofilização à temperatura de  $-55 \pm 3$  °C, por 48 h, com uma pressão absoluta final de 6,0 Pa. Após o processo de liofilização, os extratos em pó de amendoim formulados foram desintegrados em multiprocessador por 30 segundos e as amostras, avaliadas quanto às determinações químicas e físicas.

### **III.2.2. Determinação dos compostos bioativos**

As amostras dos extratos em pó de amendoim foram caracterizadas quimicamente quanto aos parâmetros: flavonoides totais (mg EC.g<sup>-1</sup>), fenólicos totais (mg EAG.g<sup>-1</sup>) e atividade antioxidante pelo método ABTS (μmol TEAC.g<sup>-1</sup>).

#### **III.2.2.1 Flavonoides totais**

Os flavonoides foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Woisky e Salatino (1998). Cerca de 1,0 mL da diluição 1:10 (extrato em pó de amendoim: metanol) foi colocado em um balão de 5 mL e adicionado 0,1 mL da solução de cloreto de alumínio a 5% e metanol até a marca de aferição, com posterior homogeneização e armazenamento em ambiente escuro por 30 minutos. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (AGILENT 8453), com auxílio de cubetas de quartzo no comprimento de onda a 425 nm. Para o cálculo do teor de flavonoides foi utilizada uma curva de calibração com catequina no intervalo de 4 a 12 mg.mL<sup>-1</sup>. Os resultados foram expressos em miligramas equivalente de catequina. g<sup>-1</sup> de amostra.

### **III.2.2.2 Fenólicos totais**

Foram realizados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Nóbrega et al. (2014), utilizando ácido gálico como padrão. Os extratos foram preparados a partir da diluição de 1,0 g de amostra em 50 mL de água destilada e, deixados em repouso por 1 h. Uma alíquota de 50 µL do extrato foi transferida para um tubo de ensaio, acrescentando-se 2075 µL de água e 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e, logo após, adicionou-se 250 µL de carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. Para os cálculos realizados na determinação dos compostos fenólicos utilizou-se uma curva padrão com ácido gálico, onde as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765 nm, e os resultados expressos em miligramas equivalente de ácido gálico (EAG) por grama de peso fresco da amostra (mg EAG.g<sup>-1</sup> amostra).

### **III.2.2.3 Atividade antioxidante pelo método ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazoline-6-sulfônico)**

Para determinação da capacidade antioxidante foi utilizado o método de captura do radical livre ABTS, de acordo com Rufino et al. (2010), com modificações. O radical ABTS foi formado pela reação da solução de ABTS 7 mM com solução de persulfato de potássio 140 mM, incubado à temperatura ambiente no escuro por 16 horas e, logo depois, diluído em etanol até uma absorvância de  $0,70 \pm 0,05$  nm a 734 nm. A capacidade antioxidante do extrato em pó de amendoim foi estimada a partir da mistura de 30 µL do extrato com 3,0 mL do radical ABTS.

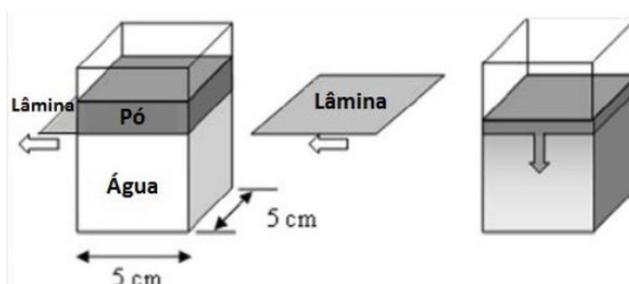
A leitura foi realizada após 6 minutos da reação em espectrofotômetro UV-VIS (AGILENT 8453), com auxílio de cubetas de quartzo no comprimento de onda a 734 nm e o etanol foi utilizado como branco. Para os cálculos realizados na determinação dos antioxidantes utilizou-se uma curva padrão de Trolox, previamente estabelecida. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$  extrato.

### III.2.3. Caracterização física e química dos extratos em pó

As amostras dos extratos em pó de amendoim foram caracterizadas física e quimicamente quanto aos parâmetros: molhabilidade ( $\text{g.s}^{-1}$ ), higroscopicidade (%), densidade aparente ( $\text{g.mL}^{-1}$ ), densidade compactada ( $\text{g.mL}^{-1}$ ), índice de compressibilidade (%), fator de Hausner, morfologia das partículas dos pós, cinzas (%), composição mineral (K, P, Mg, Ca, Si, Zn, Fe, Mn, S, Rb, Cu, Ni, Sr) (%) e ácidos graxos ( $\text{mg.100g}^{-1}$  de lipídios).

#### III.2.3.1 Molhabilidade

A determinação foi realizada segundo o método de molhabilidade estático proposto por Ceballos et al. (2012), conforme indicado na Figura III.1:



**Figura III.1.** Esquema utilizado no teste de molhabilidade estático. (Fonte: Adaptado de CEBALLOS et al., 2012).

Uma quantidade fixa de pó (1 g) foi pesada e colocada sobre uma lâmina de vidro, situada 1 cm acima da superfície do líquido (água destilada) a 25 °C contida no recipiente cúbico (área transversal= 25 cm<sup>2</sup>). A placa de vidro foi então rapidamente retirada, fazendo o pó cair sobre a superfície da água contida no recipiente. O tempo necessário para que todas as partículas se molhassem foi determinado visualmente e, registrado com o auxílio de um cronômetro. A molhabilidade foi calculada de acordo com a Equação III.1:

$$M = \frac{N}{t} \quad (\text{III. 1})$$

onde:

$M$  – molhabilidade,  $\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$

$N$  - massa da amostra, g

$t$  - tempo, s.

### III.2.3.2 Higroscopicidade

A higroscopicidade foi determinada de acordo com o método proposto por Goula e Adamopoulos (2010), com algumas modificações. As amostras em pó ( $\pm 1$  g) foram pesadas em cápsulas de vidro, colocadas em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29%) a 25 °C por sete dias, com posterior pesagem dos pós e, calculada por meio da Equação III.2:

$$H = \frac{X}{U \cdot a} \times 100 \quad (\text{III. 2})$$

onde:

$H$  – higroscopicidade, %

$X$  - massa de água absorvida, g

$U$  - teor de água do pó em base seca,  $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

$a$  - massa da amostra, g.

### III.2.3.3 Densidade aparente

A densidade aparente foi determinada segundo o método utilizado por Caparino et al. (2012), com algumas modificações, onde 8 g do extrato em pó de amendoim foi pesado em proveta graduada de 5 mL, sem compactação, para determinação do volume total ocupado pelo sólido. A densidade aparente foi calculada conforme Equação III.3:

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_t} \quad (\text{III. 3})$$

onde:

$\rho_a$  - densidade aparente,  $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$

$m_s$  - massa do sólido, g

$V_t$  - volume total, mL.

#### III.2.3.4 Densidade compactada

Para a determinação da densidade compactada, pesou-se uma massa de extrato em pó de amendoim até completar uma proveta graduada de 5 mL. A densidade compactada foi determinada a partir da massa de pó contida na proveta depois de ser batida manualmente 50 vezes sobre a superfície de bancada a uma altura de 10 cm (TONON et al. 2013) e, calculada conforme a Equação III.4:

$$\rho_c = \frac{m_s}{V_c} \quad (\text{III. 4})$$

onde:

$\rho_c$  - densidade compactada, g.mL<sup>-1</sup>

$m_s$  - massa do sólido, g

$V_c$  - Volume do sólido após compactação, mL.

#### III.2.3.5 Índice de compressibilidade

O índice de compressibilidade (IC) é um método simples para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de pós através da comparação da densidade aparente ( $\rho_a$ ) e da densidade compactada ( $\rho_c$ ) do pó, podendo ser calculado de acordo com a Equação III.5:

$$\text{IC} = \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \times 100 \quad (\text{III. 5})$$

#### III.2.3.6 Fator de Hausner

O fator de Hausner (FH) é usado para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de pós. A partir da densidade aparente ( $\rho_a$ ) e de compactação ( $\rho_c$ ) determina-se o fator de Hausner, de acordo com a metodologia de Hausner (1967), onde o fator está correlacionado com a fluidez de um pó ou material granulado, sendo calculado conforme a Equação III.6:

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_a} \quad (\text{III. 6})$$

### III.2.3.7 Morfologia das partículas dos pós

A morfologia das partículas do extrato em pó foi analisada através da microscopia eletrônica de varredura (MEV). As amostras foram preparadas pela deposição dos sólidos em porta amostras de alumínio, recoberta com fitas de carbono dupla face, metalizadas com ouro por 240 segundos com corrente de 10 mA em metalizador Shimadzu IC-50, sob condições de vácuo elevado, a fim de proporcionar uma superfície refletora para os feixes de elétrons. Em seguida, as amostras recobertas com ouro foram visualizadas no microscópio SSX-550 SUPERSCAN da Shimadzu, Japão, operando-se a 15 kV e as estruturas morfológicas fotografadas em ampliações de 50×, 100×, 500× e 1000×.

### III.2.3.8 Cinzas

A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

### III.2.3.9 Composição mineral

A caracterização mineralógica foi realizada em espectrômetro de fluorescência de raios-X por energia dispersiva, da marca Shimadzu, modelo EDX-720, através da determinação da composição química semi-quantitativa de distribuição do tamanho das partículas por difração a laser.

### III.2.3.10 Ácidos graxos

Para determinação de perfil lipídico por cromatografia gasosa, foi realizada a extração de lipídios conforme métodos analíticos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram esterificadas segundo o método *ISO 5509* (1978), visando à determinação da composição em ácidos graxos por cromatografia em fase gasosa, onde foram injetados 1µL em cromatográfico a gás. Para a identificação dos ácidos graxos foram utilizados padrões de ésteres

metílicos de ácidos graxos puros, comparando-se o tempo de retenção dos ésteres metílicos das amostras e dos padrões. A quantificação dos ácidos graxos foi feita por normalização de área segundo Visentainer et al. (2012), expressando-se o resultado em miligramas de cada ácido sobre o total de ácidos graxos.

Condições: Cromatógrafo a gás acoplado ao espectro de massas GC-MSQP2010S SHIMADZU; Coluna cromatográfica de sílica fundida Rtx® -WAX (polietilenoglicol) de 30 metros, 0,25mm de diâmetro interno e espessura da fase estacionária de 0,2 microns; Programação de temperatura da coluna: aquecimento a 4°C.min<sup>-1</sup> de 120°C até 240°C, permanecendo nesta temperatura por 5 minutos; Temperatura do injetor: 250°C; Temperatura do detector MS: 200°C; Gás de arraste: hélio (1,09mL.min<sup>-1</sup>); Pressão de 88,5 kPa; Razão de divisão da amostra no injetor (split) = 100:1.

### III.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela III.1 são apresentados os resultados das análises de fenólicos totais, atividade antioxidante e flavonoides totais dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele.

**Tabela III.1.** Compostos bioativos em extratos em pó de amendoim com pele e sem pele

Análises*	Extrato em Pó de Amendoim	
	Com Pele	Sem Pele
Flavonoides totais (mg EC.g <sup>-1</sup> )	0,1812±0,009	0,1336±0,02
Compostos fenólicos totais (mg EAG.g <sup>-1</sup> )	4,37±0,04	2,94±0,10
Atividade antioxidante – ABTS (µmol TEAC.g <sup>-1</sup> )	5,41±0,03	0,53±0,04

\*Os dados são a média de três repetições ± desvio padrão.

O teor de flavonoides dos extratos em pó de amendoim foi de 0,1812 mg EC.g<sup>-1</sup> (com pele) e 0,1336 mg EC.g<sup>-1</sup> (sem pele). Rezende (2012) ao realizar estudo comparativo de características físico-químicas e nutricionais da soja amarela e preta encontraram valores variando de 0,74 a 1,75 mg EC.g<sup>-1</sup> para a soja crua e após o processo de cozimento da soja, os teores de flavonoides reduziram para 0,34 mg EC.g<sup>-1</sup> (soja amarela) e 0,77 mg EC.g<sup>-1</sup> (soja preta). Os produtos a base de soja preta também podem apresentar valores significativamente superiores de flavonoides em relação aqueles produzidos com soja amarela. Xu e Chang (2009) avaliando o extrato de soja a base de soja preta encontraram valores de 0,25 mg EC.g<sup>-1</sup> enquanto o extrato de soja amarela continha apenas metade desse teor. Os flavonoides têm despertado

grande interesse na biotecnologia devido sua influência positiva sobre a saúde humana através da contribuição com o seu potencial terapêutico e de suas propriedades anti-inflamatória, anticancerígena, antiviral, antiparasitária, atividade bactericida, dentre outras, que podem revelar maior eficácia do que os medicamentos convencionais (TARAHOVSKY et al., 2014).

Os valores de compostos fenólicos totais (CFT) foram obtidos a partir de uma curva de calibração com padrão de ácido gálico (Sigma-Aldrich), com cinco pontos (10 a 50  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), que apresentou um coeficiente de regressão igual a 0,9992. O coeficiente de variação da curva de calibração variou de 1,05% a 2,10% e os CFT variaram entre 4,37 e 2,94  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ . Resultados semelhantes foram encontrados por Farinha (2014) ao estudar o efeito da liofilização no potencial bioativo de extratos de polpa de kiwi (1,38-9,65  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e kiwi integral (2,62-12,70  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Whent et al. (2011), ao realizar estudo comparativo dos CFT em soja amarela e preta crua, encontraram valores variando de 3,5 a 4,9  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ , os quais estão em concordância com os resultados desse estudo. Malencic et al. (2012) verificaram uma grande variação de CFT nas cultivares de soja, com teores variado de 0,80 a 2,20  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$  em soja amarela e de 0,81 a 12,10  $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$  em soja preta.

A literatura especializada sobre o tema indica que a concentração e a proporção entre solventes, bem como a relação entre o volume de solvente e a massa de amostra, são os parâmetros mais importantes na extração dos compostos bioativos (ILAIYARAJA et al., 2015). Diferentes solventes têm sido empregados nessas extrações, sendo comumente utilizados: água, etanol, metanol e/ou acetona, ou a misturas destes (BACHIR BEY et al., 2014).

Os extratos em pó de amendoim com pele e sem pele apresentaram diferenças em relação à atividade antioxidante avaliada pelo método de sequestro de radicais livre ABTS. Resultados superiores foram reportados por Jeng et al. (2010) ao avaliarem três variedades de soja preta pelo método de ABTS obtendo valores de atividade antioxidante na faixa de 7,05 a 15,98  $\text{mg eq. de Trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ . Bolanho e Beléia (2011), avaliando a atividade antioxidante da cultivar de soja BRS 267, pelo método ABTS, encontraram teor igual a 7,1  $\mu\text{moles eq. de Trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ . Essas variações podem ser atribuídas a fatores tais como cultivar, método de extração e tipo de solvente utilizado.

Na Tabela III.2 encontram-se os resultados das análises de molhabilidade, higroscopicidade, densidade aparente e densidade compactada dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele obtidos pelo método de liofilização. Pode-se verificar que a molhabilidade variou de  $0,0063\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$  (extrato em pó com pele) a  $0,0057\text{g}\cdot\text{s}^{-1}$  (extrato em pó sem pele), correspondendo a uma diferença de 9,52%, respectivamente, significando que o tempo

necessário para o completo desaparecimento do pó da superfície do líquido em repouso modifica em função da estrutura do material. Esse comportamento pode estar associado ao teor de água das amostras, sendo que quanto menor, mais fácil será a penetração da água, aumentando o poder de reconstituição. Resultados similares foram encontrados por Endo et al. (2007), que estudando suco de maracujá em pó observaram redução da molhabilidade com o tempo de armazenamento, fato este relacionado com a absorção de água pela amostra.

**Tabela III.2.** Composição física dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele

Análises	Extrato em Pó de Amendoim	
	Com Pele	Sem Pele
Molhabilidade ( $\text{g.s}^{-1}$ )	0,0063 $\pm$ 0,17	0,0057 $\pm$ 0,21
Higroscopicidade (%)	4,8821 $\pm$ 0,03	5,3881 $\pm$ 0,14
Densidade aparente ( $\text{g.mL}^{-1}$ )	0,3063 $\pm$ 0,02	0,3146 $\pm$ 0,01
Densidade compactada ( $\text{g.mL}^{-1}$ )	0,4027 $\pm$ 0,02	0,4588 $\pm$ 0,005
Índice de compressibilidade (%)	23,99 $\pm$ 0,06	31,31 $\pm$ 0,02
Fator de Hausner	1,3164 $\pm$ 0,03	1,4537 $\pm$ 0,009

\*Os dados são a média de três repetições  $\pm$  desvio padrão.

O extrato em pó de amendoim com pele apresentou o melhor resultado para a molhabilidade, pois o que se espera de um pó instantâneo é que as partículas se molhem o mais rápido possível. Além disso, o produto liofilizado é facilmente reidratável, pois os poros microscópicos são formados como resultado dos cristais de gelo que sublimam durante o processo de secagem (OIKONOMOPOULOU et al., 2011).

Pesquisas realizadas por Ferrari et al. (2012) com amostras de polpa em pó de amora, mostram que a molhabilidade é inversamente proporcional ao tamanho das partículas em razão de estruturas maiores apresentarem mais espaços vazios entre elas, sendo facilmente penetrado pela água em comparação as partículas de poros menores, onde é mais difícil a penetração de líquidos na matriz do alimento, o que resulta em propriedades pobres de reconstituição.

Os extratos em pó de amendoim apresentaram valores de higroscopicidade variando de 4,8821% (com pele) a 5,3881% (sem pele). De acordo com a classificação da GEA Niro Research Laboratory (2010) para soro em pó, podendo ser aplicado para outros produtos desidratados, pós que apresentam higroscopicidade  $< 10\%$  são classificados como não higroscópicos; 10,1 a 15% ligeiramente higroscópicos; 15,1 a 20% higroscópicos; 20,1 a 25%

muito higroscópicos; e > 25% extremamente higroscópicos. Dessa forma, os extratos em pó de amendoim são classificados como não higroscópicos, aspecto este que está relacionado com as características microestruturais do material, proporcionando uma maior vida útil ao produto.

Resultados superiores foram observados por Oliveira et al. (2014) ao avaliar o comportamento higroscópico de pós de cajá obtidos por liofilização, apresentando valores de 12,93% para pó da polpa de cajá integral e 8,51% para pó da polpa de cajá contendo 17% de maltodextrina. Antiumectantes (fosfato tricálcico) e adjuvantes de secagem (maltodextrina) podem ser utilizados para uma melhor conservação do produto, proporcionando pós menos higroscópicos, o que está associado ao fato de serem materiais com baixa higroscopicidade, reduzindo a capacidade de absorção de água dos produtos liofilizados.

A densidade aparente ( $\rho_a$ ) foi definida por Peleg (1983) como a relação entre a massa e o volume da amostra, no entanto, como os pós podem ser compressíveis, essa propriedade física pode ser apresentada como um especificador adicional a ser expressa como densidade aparente livre (pó acomodado livremente), densidade aparente acomodada (depois da vibração) ou densidade aparente compactada (depois da compressão). Essa propriedade está diretamente ligada ao teor de água da amostra, isto é, quanto mais úmido o pó, maior a coesividade tornando mais difícil o escoamento do pó devido à formação de pontes líquidas entre as partículas.

A densidade aparente determinada para os pós dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele foram de 0,3063 g.mL<sup>-1</sup> e 0,3146 g.mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Esse resultados encontram-se em concordância com Rocha et al. (2011) que ao estudarem as propriedades físicas de pós de misturas de polpas de frutas com diferentes fonte lipídicas encontraram valor de densidade de 0,29 g.mL<sup>-1</sup>. Resultados superiores foram reportados por Medeiros e Lannes (2010) ao verificarem as propriedades físicas de substitutos de cacau em pó com valores de densidade variando entre 0,49 e 0,69 g.mL<sup>-1</sup>.

Os valores médios da densidade de compactação dos extratos em pó de amendoim foram 0,4027 g.mL<sup>-1</sup> (com pele) e 0,4588 g.mL<sup>-1</sup> (sem pele). Esses resultados encontram-se em concordância com Santhalakshmy et al. (2015) para pós de jambolão adicionado de 25% de maltodextrina, com resultados variando entre 0,38 a 0,45 g.mL<sup>-1</sup>. Resultados superiores foram reportados por Lavoyer (2012) ao estudar a secagem do coco verde em leite de jorro encontrando valores de densidade variando entre 0,585 e 0,627 g.mL<sup>-1</sup>.

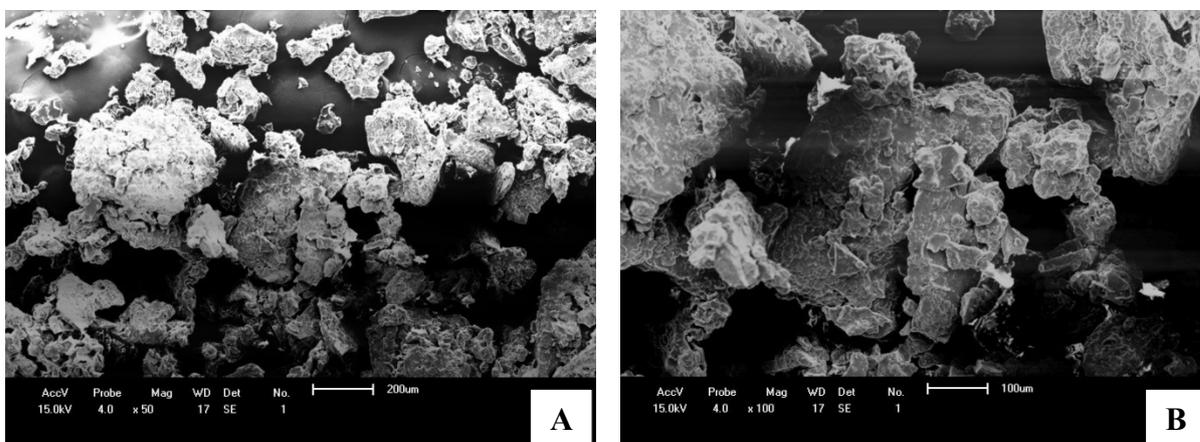
A partir dos resultados da determinação da densidade aparente e compactada foram calculados o Índice de Compressibilidade (IC) e o Fator de Hausner (FH). O IC e o FH fornecem um resultado indireto da facilidade do pó escoar, uma vez que, quanto mais esférica é uma

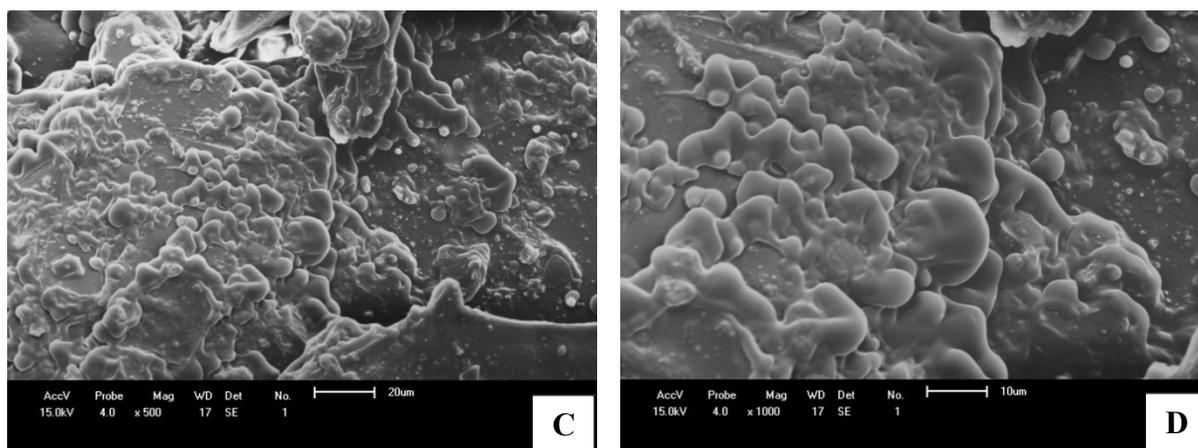
partícula, menores serão os espaços de ar dentro das misturas de pós, facilitando assim o seu escoamento.

Valores de IC entre 15-20% indicam boa fluidez; entre 20-35% pobre fluidez; entre 35-45% fluidez ruim; e  $IC > 45\%$  fluidez muito ruim (SANTHALAKSHMY et al., 2015). De acordo com esta classificação, os extratos em pó de amendoim com pele e sem pele apresentam uma pobre fluidez, fato este que pode estar relacionado ao elevado percentual de lipídios da amostra, dificultando a fluidez. Esses resultados encontram-se em concordância com Caliskan e Dirim (2016) ao avaliarem o IC do sumagre (*Rhus coriaria*) em pó obtido por diferentes processos de secagem (liofilização e atomização) e diferentes concentrações de maltodextrina (20, 25 e 30%), com resultados variando de 15,89 a 25,02% (liofilização) e 28,21 a 41,63% (atomização).

Os resultados obtidos para o FH foi de 1,3164 (com pele) e 1,4537 (sem pele). Conforme Santhalakshmy et al. (2015), pós que apresentam fator de Hausner inferiores a 1,2 são classificados como de baixa coesividade; FH entre 1,2 a 1,4 são de coesividade intermediária; e  $FH > 1,4$  são considerados de alta coesividade. Nesse contexto, pode-se afirmar que o extrato em pó com pele apresentou uma coesividade intermediária e, o extrato em pó sem pele uma alta coesividade. Valores entre 1,25 e 1,5 podem ser melhorados pela adição de dióxido de silício coloidal, a 0,2% (WELLS, 2005). Resultados similares foram reportados por Bhusari et al. (2014) ao avaliar o FH de pó de tamarindo adicionado de diferentes adjuvantes de secagem (maltodextrina, goma arábica e concentrado proteico de leite), com valores variando entre 1,3 a 1,5.

Nas Figuras III.2 e III.3 são apresentadas as fotomicrografias obtidas por MEV das amostras de extratos em pó de amendoim com pele e sem pele, respectivamente.

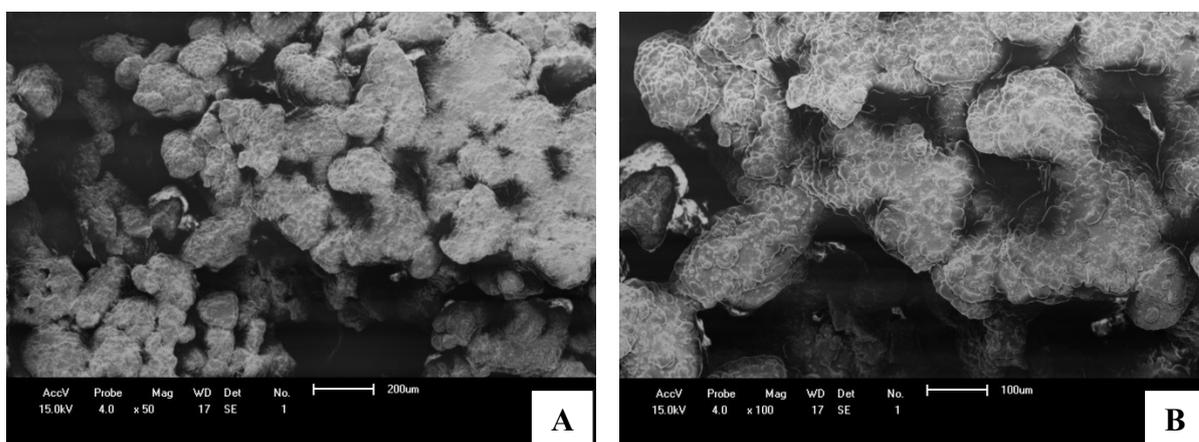


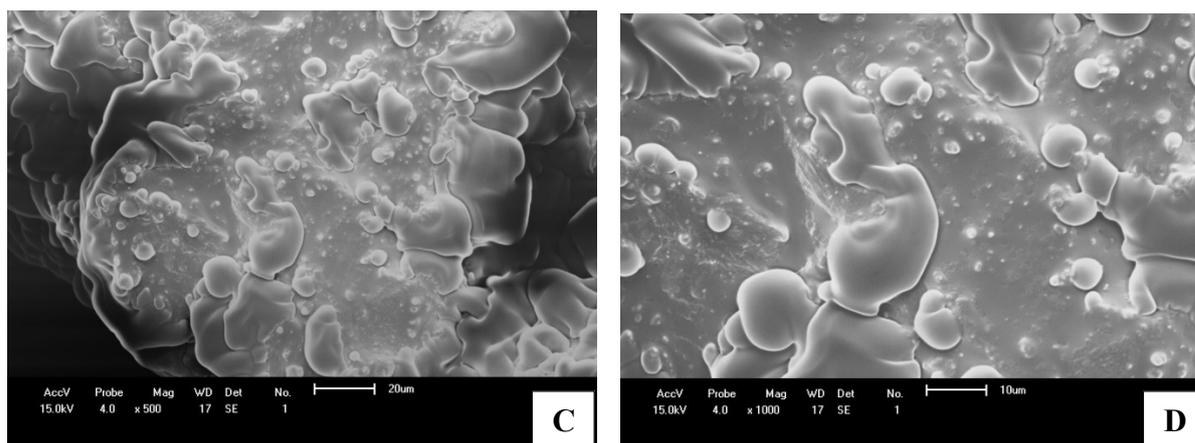


**Figura III.2.** Fotomicrografias obtidas por MEV do extrato em pó de amendoim com pele na proporção 1:2 (amendoim: água). Magnificações das imagens: 50× (A), 100× (B), 500× (C) e 1000× (D).

As fotomicrografias mostram que os pós obtidos exibem uma ampla distribuição de tamanho das partículas, o que está provavelmente relacionado com a composição química do material, ou seja, alto percentual de lipídios formando uma aglomeração das partículas. O processo de liofilização sem adição de adjuvante de secagem também favorece a desuniformidade das partículas, bem como o processo de trituração da amostra, tendo em vista que é diretamente influenciado pelo teor de água do pó.

Observa-se que as partículas não apresentam um formato esférico e muito menos disperso. As amostras apresentaram um grau de integridade com uma distribuição compactada das partículas, mostrando a presença marcante de superfícies amorfas, isto é, caracterizadas por um estado desordenado em que não há repetição de formas geométricas, comuns em produtos liofilizados. Resultados semelhantes foram observadas por Franco et al. (2016) ao avaliarem as características morfológicas de pós de yacon, os quais apresentaram estruturas porosas e irregulares.





**Figura III.3.** Fotomicrografias obtidas por MEV do extrato em pó de amendoim sem pele na proporção 1:2 (amendoim: água). Magnificações das imagens: 50× (A), 100× (B), 500× (C) e 1000× (D).

Características morfológicas diferentes foram observadas por Islam et al. (2016) para pós de laranja proveniente de secagens com diferentes concentrações de maltodextrina, os quais apresentaram partículas de formato esférico e com diferentes tamanhos, fenômeno este que pode estar relacionado ao adjuvante de secagem e temperatura utilizada no processo; Carvalho et al. (2016) estudando a morfologia do pó obtido a partir do extrato de juçara com diferentes concentrações de maltodextrina também observaram formato esférico e tamanhos irregulares das partículas.

O teor de cinzas dos extratos em pó de amendoim foi de 2,1116% (com pele) e 2,1645% (sem pele), percentual este que traduz a quantidade geral de minerais presentes no produto. Esses resultados encontram-se em concordância com Freitas e Naves (2010) ao avaliar o percentual de cinzas de nozes e sementes comestíveis de amendoim (1,89%), noz (1,95%), avelã (2,28%), castanha (2,31%) e amêndoas (2,48%).

Os minerais encontrados nos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele, bem como seus respectivos teores estão apresentados na Tabela III.3. Foram encontrados potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), cálcio (Ca), silício (Si), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), enxofre (S), rubídio (Rb), cobre (Cu), níquel (Ni) e estrôncio (Sr). Observa-se que o potássio foi o mineral encontrado em maior quantidade nos extratos em pó de amendoim com pele (71,246%) e sem pele (71,067%).

**Tabela III.3.** Teores médios de elementos minerais encontrados nos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele

Minerais (%)	Extrato em Pó de Amendoim	
	Com Pele	Sem Pele
K	71,246±0,242	71,067±0,257
P	13,932±0,107	13,357±0,095
Mg	6,362±0,261	7,193±0,299
Ca	5,652±0,050	5,691±0,056
Si	0,613±0,049	0,593±0,054
Zn	0,488±0,006	0,525±0,006
Fe	0,487±0,009	0,414±0,008
Mn	0,411±0,009	0,406±0,009
S	0,372±0,014	0,340±0,014
Rb	0,181±0,002	0,192±0,002
Cu	0,175±0,003	0,153±0,005
Ni	0,047±0,005	0,045±0,005
Sr	0,033±0,002	0,025±0,002

Vários outros minerais essenciais estão presentes nos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele e são de interesse alimentar, devido às características funcionais, efeitos antioxidantes e tratamento de doenças crônicas. Fósforo, magnésio e cálcio compõem o perfil de minerais dessa oleaginosa em concentrações consideráveis, do ponto de vista nutricional. De acordo com Lazarte et al. (2015) o fósforo é vital para a manutenção do pH ótimo do organismo humano e da densidade óssea. Appiah et al. (2016) ao estudar as variações no teor de minerais em diferentes cultivares de amendoim salienta a importância desses macro e micronutrientes na manutenção da qualidade de vida.

Os perfis cromatográficos dos ácidos graxos, na forma de ésteres metílicos, obtidos dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele estão apresentados na Tabela III.4.

**Tabela III.4.** Composição em ácidos graxos dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele

Ácidos Graxos (mg. 100g <sup>-1</sup> de lipídios)	Extrato em Pó de Amendoim	
	Com Pele	Sem Pele
<b>Saturados</b>	<b>8,0000±0,024</b>	<b>8,6203±0,023</b>
Palmítico C16:0	4,3346±0,010	4,4486±0,002

Esteárico C18:0	1,2498±0,003	1,2968±0,005
Araquídico C20:0	0,6229±0,002	0,6647±0,005
Beénico C22:0	1,7927±0,009	2,2102±0,011
<b>Monoinsaturados</b>	<b>26,0094±0,017</b>	<b>28,6719±0,008</b>
Oleico C18:1	25,3536±0,014	27,9162±0,002
Eicosenóico C20:1	0,6558±0,003	0,7557±0,006
<b>Poli-insaturados</b>	<b>9,0854±0,001</b>	<b>9,1751±0,005</b>
Linoleico C18:2	9,0854±0,001	9,1751±0,005

Valores expressos em média ± desvio padrão.

Quanto à composição, os extratos em pó são compostos principalmente pelos ácidos graxos oleico (C18:1) e linoleico (C18:2). Martín et al. (2016) ao avaliar a estabilidade química, sensorial e microbiológica de amendoim cru armazenado em embalagens de polipropileno também verificaram que os ácidos graxos oleico e linoleico estão presentes em maior quantidade. Essa composição em ácidos graxos mono e poli-insaturados são importantes para a saúde, uma vez que esses ácidos contribuem para a redução das frações de Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) e de Muito Baixa Densidade (VLDL), responsáveis pelo aumento do colesterol sérico. O alto conteúdo de ácido linoleico é nutricionalmente importante, pois este é um ácido graxo essencial, precursor dos demais ácidos graxos da família ômega-6 (JORGE e LUZIA, 2012).

Dentre os ácidos graxos saturados, o ácido palmítico foi predominante no óleo, seguido pelo ácido beénico e esteárico. Esse resultado é coerente pelo fato de que o ácido palmítico é o ácido graxo saturado mais abundante nos lipídios vegetais, sendo o beénico e esteárico menos comum. Resultados similares foram reportados por Martín et al. (2016) que ao estudar a composição de ácidos graxos de amendoim cru encontraram valores de 5,37 mg. 100g<sup>-1</sup> (ácido palmítico), 1,49 mg. 100g<sup>-1</sup> (ácido esteárico), 0,71 mg. 100g<sup>-1</sup> (ácido araquídico) e 2,26 mg. 100g<sup>-1</sup> (ácido beénico).

#### III.4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que os compostos bioativos encontram-se em maior quantidade no extrato em pó de amendoim com pele.

Os extratos em pó de amendoim são classificados como não higroscópicos, apresentam uma pobre fluidez, uma coesividade intermediária nas amostras com pele e alta coesividade nas amostras sem pele.

As partículas dos pós não apresentam um formato esférico, mostrando a presença de superfícies amorfas, em que não há repetição de formas geométricas.

Os extratos em pó de amendoim apresentam percentuais significativos de minerais (K, P, Mg e Ca) e são compostos principalmente pelos ácidos graxos oleico e linoleico.

### III.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. C. A.; BARROS NETO, J. J. S.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Leite de Amendoim: Produto Natural**. In: FURTADO, D. A. Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. Campina Grande: EPGRAF, 2014. Cáp. 13, p.110-114.

APPIAH, A. S.; TEGG, R. S.; OFFEL, S. K.; WILSON, C. R. Impact of groundnut rosette disease on nutritive value and elemental composition of four varieties of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Annals of Applied Biology**, v.168, n.3, p.400-408, 2016.

ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.3, p.279-286, 2014.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; WASIM SIDDIQUI, M. D.; DÁVILA-AVIÑA, J. E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v.44, p.1866-1874, 2011.

BACHIR BEY, M.; MEZIAN, L.; BENCHIKH, Y.; LOUAILECHE, H. Deployment of response surface methodology to optimize recovery of dark fresh fig (*Ficus carica* L., var. *Azenjar*) total phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v.162, p.277–282, 2014.

BOLANHO, B. C.; BELÉIA, A. P. Bioactive compounds and antioxidant potential of soy products. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.4, p.539-546, 2011.

BHUSARI, S. N.; MUZAFFAR, K.; KUMAR, P. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. **Powder Technology**, v.266, n.1, p.354–364, 2014.

CALISKAN, G.; DIRIM, N. S. The effect of different drying processes and the amounts of maltodextrin addition on the powder properties of sumac extract powders. **Powder Technology**, v.287, n.1, p.308-314, 2016.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine ‘Carabao’ var.) powder. **Journal of Food Engineering**, v. 14, p. 135-148, 2012.

CARVALHO, A. G. S.; MACHADO, M. T. C.; SILVA, V. M.; SARTORATTO, A.; RODRIGUES, R. A. F.; HUBINGER, M. D. Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of juçara (*Euterpe edulis* Martius) extract. **Powder Technology**, v.294, n.1, p.421-428, 2016.

DE-MELO, A. A. M.; ESTEVINHO, M. L. M. F.; SATTLER, J. A. G.; SOUZA, B. R.; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. **LWT – Food Science and Technology**, v.65, p.808-815, 2016.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.382-386, 2007.

FARINHA, P. M. D. **Efeito da liofilização e da adição de goma arábica no potencial bioativo de extratos de morango e kiwi**. Dissertação (Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar) - Universidade Politécnica de Valência, Valência, 2014. 86 f.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; ALVIM, I. D.; VISSOTTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v.47, p.1237-1245, 2012.

FRANCO, T. S.; PERUSSELLO, C. A.; ELLENDERSEN, L. N.; MASSON, M. L. Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. **LWT - Food Science and Technology**, v.66, p.503-513, 2016.

FREIRE, J. M.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SIMÃO, A. A.; SANTOS, C. M. Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.847-852, 2012.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v.23, n.2, p.269-279, 2010.

GEA Niro Research Laboratory. **Gea Niro analytical methods**. 2010. Disponível: <http://www.niro.com/methods>. Acesso em: 30 jul. 2016.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. A new technique for spray drying orange juice concentrate. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.342-351, 2010.

HAUSNER, H. H. Friction conditions in a mass of metal powder. **Powder Metall**, v.3, p.7-13, 1967.

IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ªed., 1ª ed. digital. São Paulo, 2008. 1020p.

ILAIYARAJA, N.; LIKHITH, K. R.; SHARATH BABU, G. R.; KHANUM, F. Optimisation of extraction of bioactive compounds from *Feronia limonia* (wood apple) fruit using response surface methodology (RSM). **Food Chemistry**, v.173, p.348–354, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *EN ISO 5509*: animal and vegetable fats and oils: preparation of methyl esters of fatty acids. London: **International Organization for Standardization**, 1978.

ISLAM, M. Z.; KITAMURA, Y.; YAMANO, Y.; KITAMURA, M. Effect of vacuum spray drying on the physicochemical properties, water sorption and glass transition phenomenon of orange juice powder. **Journal of Food Engineering**, v.169, n.1, p.131-140, 2016.

Jeng, T. L., 2010.

JENG, T. L.; SHIH, Y. J.; WU, M. T.; SUNG, J. M. Comparisons of flavonoids and antioxidative activities in seed coat, embryonic axis and cotyledon of black soybeans. **Food Chemistry**, v.123, p.1112-1116, 2010.

JORGE, N.; LUZIA, D. M. M. Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquática* Aublet para aproveitamento alimentar. **Revista Acta Amazônica**, v.42, n.1, p.149-156, 2012.

JULIANO, F. F.; SILVA, P. P. M.; CASEMIRO, R. C.; COSTA, M. H.; SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu liofilizada e armazenada em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.08, n.02, p.1374-1384, 2014.

LAVOYER, F. C. G. **Estudo da secagem de polpa de coco verde em leito de jorro e viabilidade de sua utilização na indústria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2012. 74 f.

LAZARTE, C. E.; CARLSSON, N. G.; ALMGREN, A.; SANDBERG, A. S.; GRANFELDT, Y. Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.39, p.111-119, 2015.

MALENCIC, D.; CVEJIC, J.; MILADINOVIC, J. Polyphenol content and antioxidant properties of colored soybean seeds from Central Europe. **Journal of Medicinal Food**, v.15, n.1, p.89-95, 2012.

MARTÍN, M. P.; NEPOTE, V.; GROSSO, N. R. Chemical, sensory, and microbiological stability of stored raw peanuts packaged in polypropylene ventilated bags and high barrier plastic bags. **LWT – Food Science and Technology**, v. 68, p.174-182, 2016.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, p.243-253, 2010.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, p.131-141, 2014.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Science**, v.1, n.1, p.647-654, 2011.

OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.10, p.1059-1064, 2014.

PELEG, N. **Physical characteristic of food powders**. In: Peleg, M.; Bagley, E. B. Physical properties of foods. Westport (USA): AVI – Publishing – Co. Inc., Cap.10, p.293-323, 1983.

REZENDE, D. F. **Estudo comparativo de características físico-químicas e nutricionais da soja preta e amarela**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. 118 f.

ROCHA, S. C. S.; SOUZA, J. S.; ALSINA, O. L. S.; MEDEIROS, M. F. D. Drying of tropical fruit pulps: spouted bed process optimization as a function of pulp composition. **Drying Technology**, v.29, p.1587-1599, 2011.

ROSA, G. S.; COUGO, C. M. S. Estudo do grau de decomposição de antocianinas e carotenoides para a amoreira-preta nos processos de secagem em secador de túnel e liofilização.

**Revista de Ciências Exatas**, v.33, n.1, p.72-78, 2014.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p.996–1002, 2010.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v.274, n.1, p.37-43, 2015.

SILVA, F. V. G.; SILVA, S. M.; SILVA, G. C.; MENDONÇA, R. R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.4, p.685-691, 2012.

TARAHOVSKY, Y. S.; KIM, Y. A.; YAGOLNIK, E. A.; MUZAFAROV, E. N. Flavonoid membrane interactions: Involvement of flavonoid–metal complexes in raft signaling. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes**, v.1838, n.5, p.1235-1246, 2014.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inc. Soc**, v.6, n.2, p.70-76, 2013.

VISENTAINER, J., V., FRANCO., M., R. **Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação**. 2º Ed., Eduem. Maringá-PR, 2012.

WELLS J. Pré-formulação farmacêutica. In: Aulton ME. **Delineamento de formas farmacêuticas**. Porto Alegre: Artmed, Cap. 8, p.124-148, 2005.

WHENT, M.; LV, J.; LUTHRIA, D. L.; KENWORTHY, W.; YU, L. Isoflavone composition and antioxidant capacity of modified-lipoxygenase soybeans grown in Maryland. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.12902-12909, 2011.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of pró-polis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal Apicultural Research**, v.37, n.2, p.99-105, 1998.

XU, B.; CHANG, S. K. C. Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan-3-ol, and flavonol profiles and antioxidant properties of pinto and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by thermal processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.11, p.4754-4764, 2009.

**PRODUÇÃO DE EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM POR LIOFILIZAÇÃO**

**ARTIGO IV  
RECONSTITUIÇÃO DO PÓ E ANÁLISE SENSORIAL DOS EXTRATOS DE  
AMENDOIM**

## RECONSTITUIÇÃO DO PÓ E ANÁLISE SENSORIAL DOS EXTRATOS DE AMENDOIM

### RESUMO

Objetivou-se, com presente trabalho, elaborar diferentes diluições a partir dos extratos em pó de amendoim reconstituído, analisar a aceitabilidade quanto aos parâmetros sensoriais e a intenção de compra das diluições que melhor preservaram os constituintes químicos, visando obter um alimento proteico e com bons atributos sensoriais, além de baixo custo. Para produção dos extratos em pó, foram distribuídos inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento em freezer à -18 °C por 24 h. Posteriormente os extratos formulados foram submetidos a secagem em um liofilizador de bancada da marca Liobras operando a temperatura de  $-55 \pm 3$  °C associada à pressão de vácuo por um período de 48 horas. Após o processo de liofilização, os extratos em pó foram desintegrados em multiprocessador por 30 segundos, e as amostras, avaliadas quanto às determinações microbiológicas e sensoriais. As condições de processamento para obtenção do pó foram adequadas e favoreceram a prevenção do desenvolvimento de micro-organismos, encontrando-se dentro dos padrões higiênico-sanitários adequados, considerado apto para o consumo humano. As diluições do extrato em pó sem pele apresentaram as maiores médias para os atributos cor e aparência, enquanto que para os atributos odor e sabor as maiores médias foram para as diluições do extrato com pele. Com relação ao perfil de atitudes o extrato em pó com pele na diluição 125g/L apresentou uma melhor aceitação.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea*; extratos vegetais; atributos sensoriais; perfil de atitudes.

### ABSTRACT

The objective of with this work, preparing different dilutions from the extracts of reconstituted peanut powder, analyze the acceptability as the sensory parameters and purchase intent of dilutions that best preserved the chemical constituents in order to obtain a protein food and good sensory attributes, and low cost. For production of powdered extracts were distributed initially 200 ml of the aqueous extract of peanut in plastic tubs polyethylene - GN ½ - 200mm, subjected to freezing in a freezer at -18 °C for 24 h. Subsequently formulated extracts were undergoing drying in a benchtop lyophilizer the Liobras brand operating temperature of  $-55 \pm 3$  °C associated with the vacuum pressure for a period of 48 hours. After freeze-drying, powdered extracts were disintegrated in multiprocessor for 30 seconds, and the samples evaluated for microbiological and sensory determinations. The processing conditions for obtaining the powder were appropriate and favored preventing the development of micro-organisms, lying within proper hygienic-sanitary standards, considered fit for human consumption. Dilutions of skinless extract powder had the highest average for the attributes color and appearance, while for the attributes odor and taste were the highest average for the dilution of the extract with skin. Regarding the profile of attitudes skin with powder extract dilution 125g/L showed better acceptance.

**Keywords:** *Arachis hypogaea*; plant extracts; sensory attributes; profile attitudes.

## **IV.1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de alimentos nutritivos e funcionais consiste em um desafio para a indústria alimentícia que tem como meta atender um público consumidor cada vez mais exigente em função da crescente conscientização dos benefícios proporcionados por hábitos alimentares saudáveis. É nesse modelo que as instituições de pesquisa e as indústrias alimentícias cada vez mais buscam identificar e atender os anseios e necessidades dos consumidores, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo.

Os desafios da indústria de alimentos incluem o desenvolvimento de produtos de fácil consumo, conservação e que promovam a saúde e o bem estar dos consumidores. Dessa forma, os alimentos com propriedades funcionais são uma excelente alternativa para promoção da qualidade de vida por serem considerados fontes de nutrientes essenciais à manutenção da vida.

A análise sensorial tem-se mostrado importante ferramenta neste processo, envolvendo um conjunto de diversas técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à sua qualidade sensorial e nutricional, em várias etapas de seu processo de fabricação. É uma ciência que objetiva, principalmente estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (AMARAL et al., 2014).

Os extratos em pó de amendoim com pele e sem pele apresentam funções nutricionais importantes para o bom funcionamento do organismo, servindo como fonte de energia e substrato, possuindo em sua composição uma ou mais substâncias que atuam nos processos metabólicos, promovendo uma sensação de bem-estar e prevenindo o aparecimento precoce de alterações patológicas. Oliveira et al. (2014; 2016) relatam em suas pesquisas os benefícios dos produtos a base de amendoim na manutenção da qualidade de vida, mostrando ser uma valiosa alternativa funcional no controle de peso com efeitos significativos para à saúde, por seu elevado teor de fibras e ácidos graxos.

Essa tendência é muito promissora em nosso mercado, já que o Brasil é um grande produtor de amendoim, possibilitando uma ampla variedade de inovações na área de extratos vegetais. Nesse contexto, é possível desenvolver produtos nutritivos e com ótimo sabor, além de uma excelente relação de custo/benefícios podendo atender vários grupos de pessoas, dentre eles os que apresentam deficiência proteica, intolerância a lactose ou que buscam uma alimentação saudável.

Dessa forma, objetivou-se elaborar diferentes diluições a partir do extrato em pó de amendoim reconstituído, analisar a aceitabilidade quanto aos parâmetros sensoriais e a intenção de compra das diluições que melhor preservaram os constituintes químicos.

## **IV.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **IV.2.1. Obtenção do extrato em pó de amendoim**

Inicialmente, 200 mL do extrato aquoso de amendoim com pele e sem pele, obtido na proporção 1:2 (amendoim: água) de acordo com a metodologia descrita por Almeida et al. (2014) foi colocado em cubas plásticas de polietileno - GN ½ - 200mm, submetido a congelamento através do contato direto das amostras com o ambiente resfriado em freezer à -18 °C por 24 h. Posteriormente os extratos formulados foram submetidos a liofilização à temperatura de  $-55 \pm 3$  °C por 48 h. Após o processo de liofilização, os extratos em pó de amendoim formulados foram desintegrados em multiprocessador por 30 segundos e as amostras, avaliadas quanto às determinações microbiológicas e sensoriais.

Decorrido o processo, foram realizados os registros das patentes dos extratos em pó de amendoim no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), com número de depósito BR 10 2015 029359-7 tendo como título da invenção ou modelo de utilidade “extrato em pó natural de amendoim” e número de depósito BR 10 2015 028673-2 com o título “extrato em pó de amendoim despeliculizado” (INPI, 2016).

### **IV.2.2. Caracterização microbiológica do extrato em pó**

As análises microbiológicas dos extratos em pó de amendoim foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus de João Pessoa, quanto aos parâmetros estabelecidos pela legislação para alimentos liofilizados (BRASIL, 1978; 2000; 2001): coliformes a 35 °C, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras e *Salmonella* sp.

#### **IV.2.2.1 Coliformes a 35 °C**

Os coliformes a 35 °C foram determinados utilizando-se como meio de cultura o Caldo Lauril Sulfato, incubado em tubos de ensaio a 35 °C por 24-48 h. Os tubos positivos foram repicados para o Caldo Bile Verde Brilhante para o teste confirmatório, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **IV.2.2.2 Coliformes termotolerantes**

A contagem dos coliformes termotolerantes foi determinada utilizando-se o Caldo EC (*Escherichia coli*) oriundos dos tubos positivos para coliformes a 35 °C, incubado em tubos de ensaio a 45,5 °C por 24 h em banho-maria, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **IV.2.2.3 Bolores e leveduras**

Os bolores e leveduras foram quantificados pela técnica de contagem em meio de cultura ágar padrão (*Plate Count Agar* - PCA), incubado em placas de petri a 30 °C por 72 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

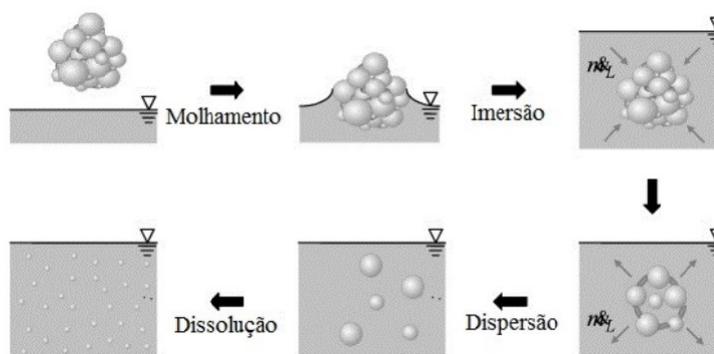
#### **IV.2.2.4 *Salmonella***

A contagem de *Salmonella* sp. foi realizada em meios de cultura ágar Verde Brilhante (BG) e ágar *Salmonella-Shigella* (SS). Os meios foram inoculados em estrias e incubados a 35-37 °C, por 24 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **IV.2.3. Elaboração das diluições do extrato em pó**

Com a finalidade de avaliar as potencialidades do extrato em pó de amendoim como produto alimentício, foram preparadas diferentes diluições a partir do extrato em pó reconstituído (Figura IV.1) nas proporções extrato em pó/água (125g/ 1L e 150g/ 1L) para uma posterior avaliação da aceitabilidade sensorial, sendo codificados aleatoriamente: Formulação 118 (125g de extrato em pó com pele/ 1L de água), Formulação 417 (150g de extrato em pó

com pele/ 1L de água), Formulação 715 (125g de extrato em pó sem pele/ 1L de água) e Formulação 913 (150g de extrato em pó sem pele/ 1L de água).



**Figura IV.1.** Fluxograma das etapas de reconstituição de um alimento em pó. (Fonte: adaptado de FORNY et al., 2011).

#### IV. 2.3.1 Análise sensorial

Antes da realização da análise sensorial, o projeto foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisas da UFCG, Campina Grande, PB, sendo aprovado com número do parecer 1.085.219 (Anexo A.IV.1). A avaliação sensorial das diluições do extrato em pó de amendoim sucedeu após as análises físico-químicas e microbiológicas, com objetivo de traçar quais os ensaios preservaram melhor os constituintes. Os testes foram aplicados a uma equipe de 81 provadores não treinados, com explicação prévia dos procedimentos e, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A.IV.2). As amostras foram distribuídas em copos descartáveis, codificados com três algarismos aleatórios contendo  $\pm 20$  mL da amostra. Juntamente com as amostras, ainda foi fornecida água mineral para purificação do palato entre as avaliações das diluições.

As diferentes formulações do extrato em pó de amendoim diluído foram avaliadas quanto à aceitação, de acordo com Dutcosky (2013), utilizando-se uma escala hedônica estruturada mista de nove pontos, em que: 1 - desgostei muitíssimo; 2 - desgostei muito; 3 - desgostei moderadamente; 4 - desgostei ligeiramente; 5 - nem gostei e/ou nem desgostei; 6 - gostei ligeiramente; 7 - gostei moderadamente; 8 - gostei muito; 9 - gostei muitíssimo, com avaliação dos atributos sensoriais: cor, aparência, odor e sabor. Ainda foi avaliada a intenção de compra dos extratos em pó de amendoim de acordo com uma escala estruturada mista de cinco pontos, em que: 1 - certamente não compraria; 2 - provavelmente não compraria; 3 - tenho



**Tabela IV.1.** Resultado das análises microbiológicas das amostras dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele

Amostra	Análise	Resultado	Padrão*
Extrato em pó de amendoim com pele	Coliformes a 35 °C	0,0	-
	(NMP/g)	0,0	-
	Coliformes a 45 °C	1 X 10 <sup>3</sup>	-
	(NMP/g)	Ausência	Ausência
	Bolores e Leveduras		
	(UFC/g)		
	Salmonella sp. (25 g)**		
Extrato em pó de amendoim sem pele	Coliformes a 35 °C	0,0	-
	(NMP/g)	0,0	-
	Coliformes a 45 °C	2 X 10 <sup>2</sup>	-
	(NMP/g)	Ausência	Ausência
	Bolores e Leveduras		
	(UFC/g)		
	Salmonella sp. (25 g)**		

\*Instrução Normativa Nº 62, 26 de Agosto de 2003.

\*\*Ministério da Saúde – ANVISA – Resolução RDC Nº 12, 02 de Janeiro de 2001.

As análises microbiológicas dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele evidenciaram a ausência de coliformes totais e termotolerantes, caracterizando-os como matéria-prima adequada para o consumo humano, apresentando um indicativo das boas condições de higiene, manuseio e processamento adequado. Conforme Alves et al. (2016) a presença desses micro-organismos pode não significar contaminação direta de origem fecal, mas sim oriundos de uma manipulação inadequada, sendo permitido pela legislação um valor máximo de 10 NMP/g (BRASIL, 2001).

As contagem de bolores e leveduras apresentaram valores compreendidos entre 1 X 10<sup>3</sup> UFC/g (extrato em pó com pele) e 2 X 10<sup>2</sup> UFC/g (extrato em pó sem pele). Ressalta-se que a legislação atual (RDC 12/2001) não estipula parâmetros para esses micro-organismos nesses produtos à base de amendoim ou produtos similares, como os extratos de soja. Resultados semelhantes foram observados por Albuquerque (2012) ao determinar o crescimento de bolores e leveduras em extrato aquoso de amendoim enriquecido com polpa de umbu com contagens compreendidas entre 1 X 10<sup>3</sup> UFC/g (formulação 60% de polpa) e 2 X 10<sup>3</sup> UFC/g (formulação

40% de polpa). Foi detectado ausência de *Salmonella* sp. em 25g das amostras dos extratos em pó de amendoim, constatando que encontram-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação vigente para alimentos desidratados (BRASIL, 2001).

Verifica-se, a partir dos resultados da Tabela IV.1, que todas as amostras submetidas à análise de qualidade microbiológica satisfazem os padrões de qualidade vigente quanto aos parâmetros avaliados. Desta forma, os extratos em pó obtidos pela técnica em estudo, não oferecem risco a saúde dos consumidores podendo ser submetidos à análise sensorial. Os laudos que atestam a qualidade microbiológica das amostras estão disponíveis no Anexo A.IV.3.

### IV.3.2. Análise sensorial

O resultado do teste comparativo de médias para os atributos sensoriais avaliados por meio do teste de Tukey está apresentado na Tabela IV.2 onde é observado diferença significativa entre as médias das características avaliadas.

**Tabela IV.2.** Médias dos atributos sensoriais para cada formulação avaliada

Tratamentos	Atributos sensoriais avaliados			
	Cor	Aparência	Odor	Sabor
1:2; 0%; Com pele (125g de extrato/1L de água)	6,4380b	6,1900b	6,1140a	5,6340a
1:2; 0%; Com pele (150g de extrato/1L de água)	6,5120b	6,2000b	5,9880a	5,5560ab
1:2; 0%; Sem pele (125g de extrato/1L de água)	6,7860ab	6,6600ab	5,8300a	4,8060c
1:2; 0%; Sem pele (150g de extrato/1L de água)	7,2720a	7,1800a	5,7200a	5,0860bc
Média	6,7520	6,5575	5,9130	5,2705
CV (%)	4,31	4,45	5,66	5,34

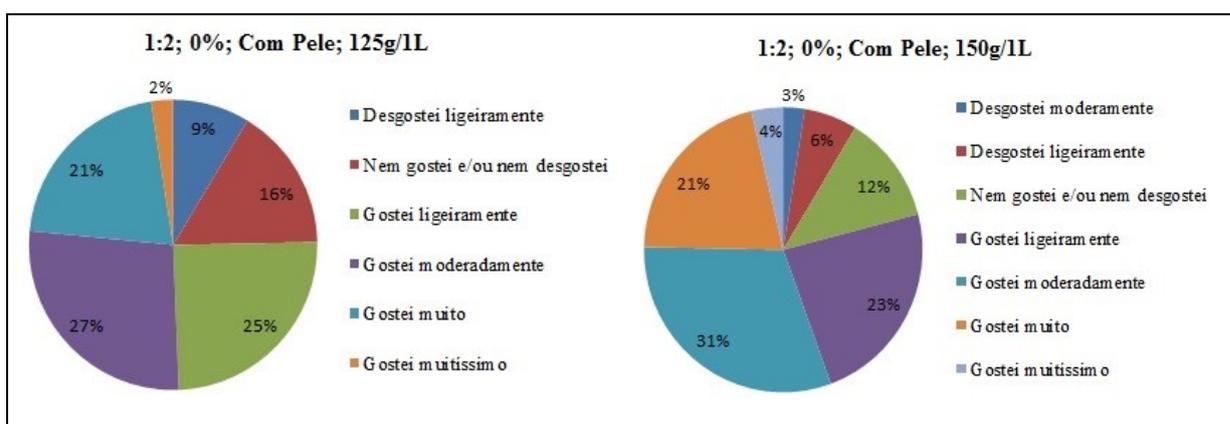
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

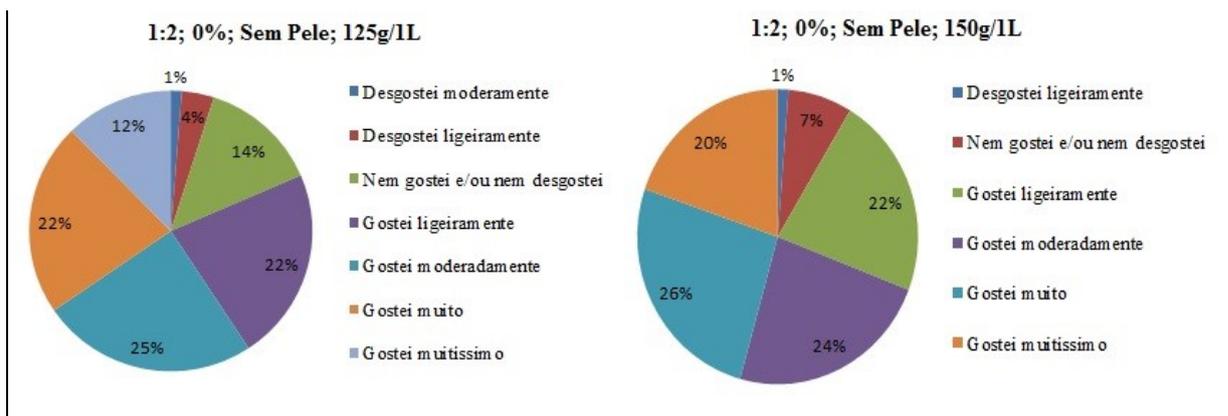
Para o atributo cor e aparência verifica-se que os extratos em pó com pele diluídos nas proporções de 125 e 150g/ 1L água não diferiram estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Nos extratos em pó sem pele os mesmos parâmetros apresentaram diferenças

estatísticas. Essa diferença entre os atributos avaliados pode ter ocorrido devido ao fato de ser um produto distinto do que o geralmente consumido. Mas como não foi possível conseguir provadores com intolerância a lactose que estão habituados com o consumo de extratos vegetais, foram utilizados provadores não treinados na análise sensorial. Resultados semelhantes foram observados por Barros e Venturini Filho (2016) que avaliando sensorialmente o extrato hidrossolúvel de soja obtido por diferentes métodos de processamento, verificaram que a aparência dos EHS apresentaram médias variando entre 6,8 (caldeirão de alumínio) e 6,3 (vaca mecânica).

Para o parâmetro odor verifica-se que as formulações apresentaram médias estatisticamente iguais, com classificação na escala hedônica de gostei ligeiramente. Por tratar-se de um extrato com sabor forte e característico as diluições pouco influenciaram na aceitação, porém as maiores médias foram para as diluições do extrato com pele, devido, provavelmente, a presença da pele deixar mais marcante o gosto do amendoim, confirmando uma melhor aceitabilidade desse produto. Já o atributo sabor apresentou médias estatisticamente diferentes, com melhor aceitação do extrato em pó com pele diluído na proporção 125g/ 1L, provavelmente pela mesma razão da aceitação das diluições acima referenciadas. Quando comparado com os resultados de Barros e Venturini Filho (2016) para o EHS adoçado, com odor variando entre 4,1 e 4,8 e sabor 4,7 a 5,3, verifica-se que o extrato aquoso de amendoim, mesmo sem adição de aditivo, obteve uma melhor aceitabilidade pelos provadores.

Na Figura IV.3 tem-se o percentual da avaliação dos provadores para a cor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição, de acordo com a escala hedônica.

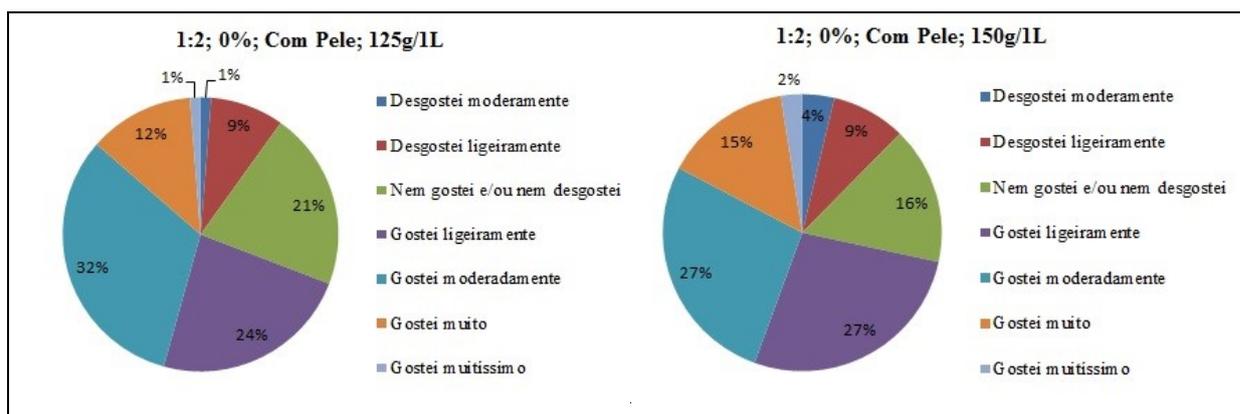


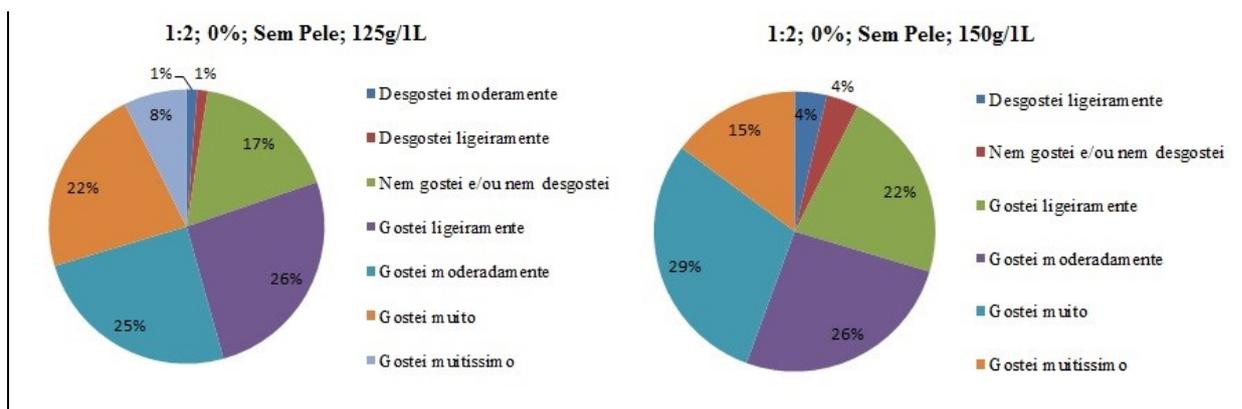


**Figura IV.3.** Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a cor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição

Os maiores percentuais de “gostei moderadamente”, nota máxima atribuída, foram obtidos para a cor dos extratos em pó de amendoim com pele nas diluições 125g/L e 150g/L. Resultados este que se deve, possivelmente, a pele do amendoim que deixou o extrato em pó com cor mais próxima da cor natural do amendoim.

As médias da aparência das diluições dos extratos em pó de amendoim com pele apresentaram-se estatisticamente distintas das médias da aparência atribuídas para as diluições dos extratos em pó de amendoim sem pele, porém é considerada estatisticamente semelhante a média atribuída a diluição 125g/ 1L do extrato sem pele. O percentual de distribuição das notas entre os provadores para a aparência dos diferentes extratos em pó de amendoim diluídos está apresentado na Figura IV.4.

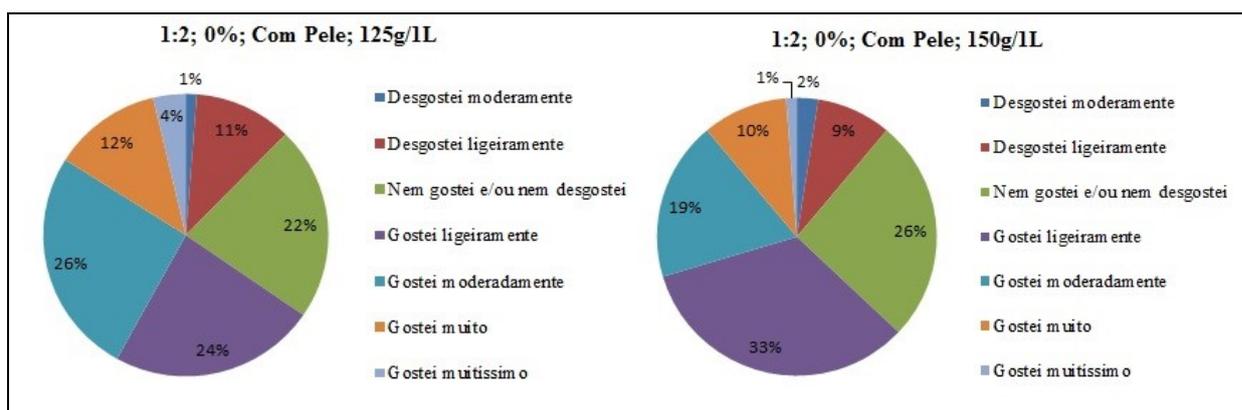


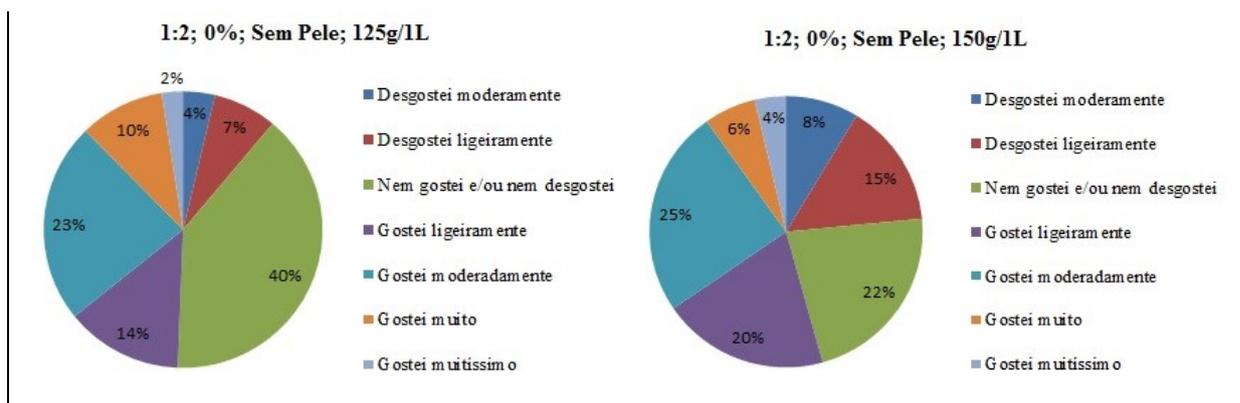


**Figura IV.4.** Percentual de notas atribuídas pelos provadores para a aparência dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição

A análise do percentual de notas dos provadores para a aparência dos extratos em pó de amendoim permite identificar o maior percentual de notas máximas “gostei moderadamente” para a aparência do extrato em pó de amendoim com pele diluído na proporção 125g/1L seguido de notas máximas “gostei muito” para o extrato em pó de amendoim sem pele na diluição 150g/1L.

A Figura IV.5 representa a divisão das notas atribuídas pelos provadores ao odor dos extratos em pó de amendoim diluídos. A análise de comparação de médias (Tabela IV.2) mostra que não houve diferença entre as médias dos tratamentos para o atributo odor. O maior percentual de “nem gostei e/ou nem desgostei”, nota máxima atribuída, foi obtido para o odor do extrato em pó de amendoim sem pele na diluição 125g/1L.

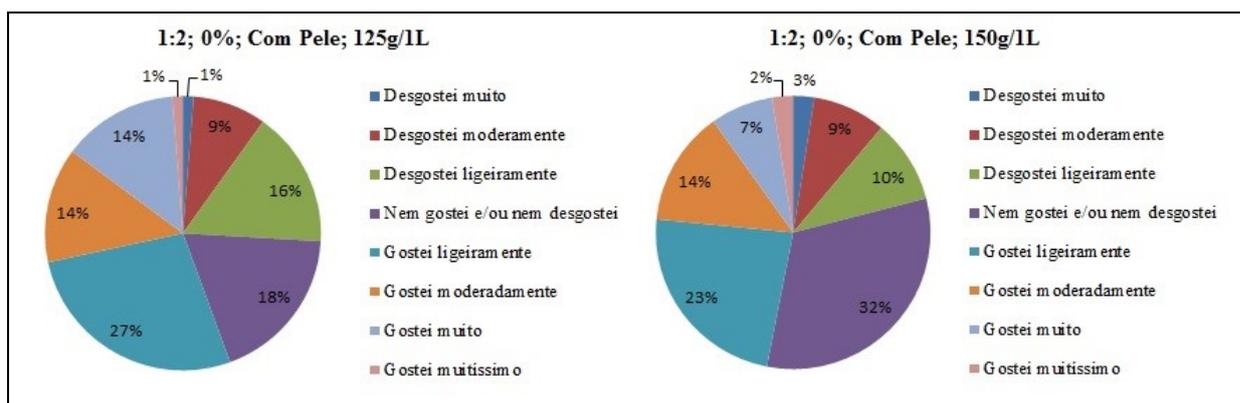


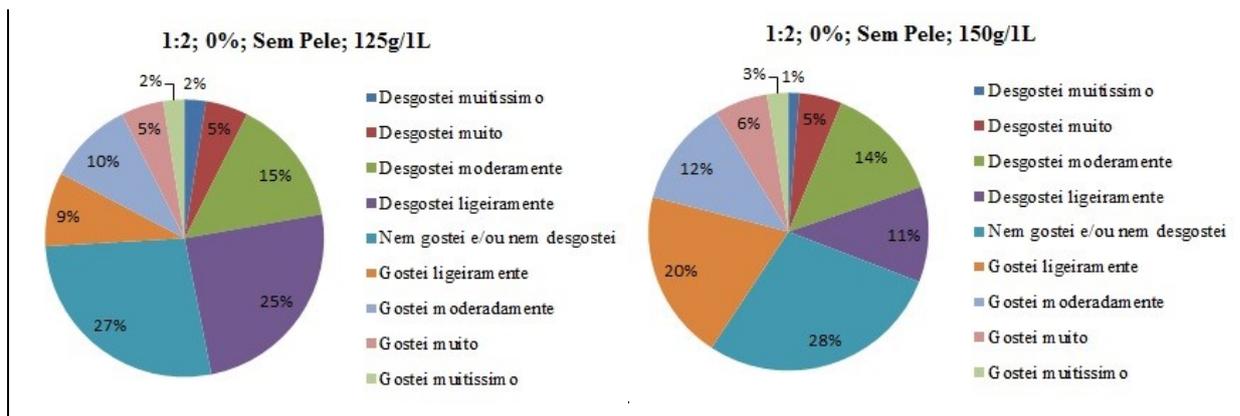


**Figura IV.5.** Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o odor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição

A distribuição percentual de notas para o sabor das amostras encontra-se disponível na Figura IV.6. O atributo sabor apresentou diferença entre os valores médios atribuídos pelos provadores para cada tratamento. A maior média foi atribuída ao extrato em pó de amendoim com pele na diluição 150g/1L, cuja média é classificada como “nem gostei e/ou nem desgostei” conforme escala hedônica utilizada no teste sensorial.

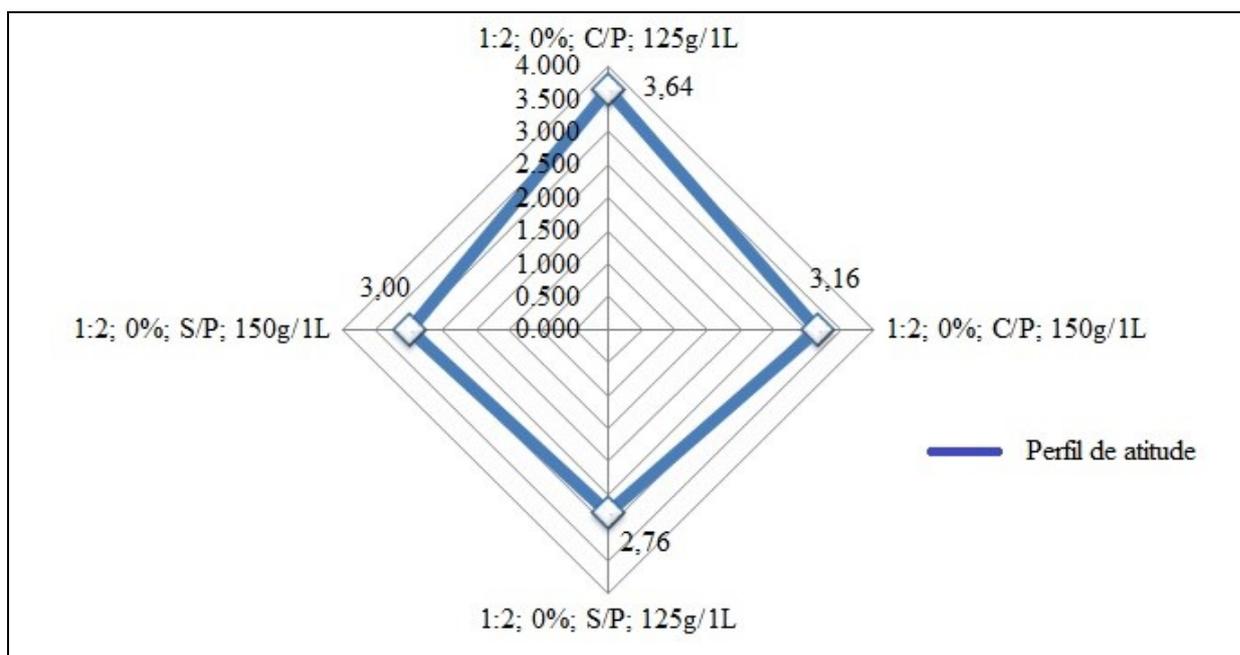
O maior percentual de rejeição variando de desgostei muitíssimo a desgostei ligeiramente é observado para o extrato em pó de amendoim sem pele diluído na proporção 125g/1L, cuja avaliação representa 47% da opinião dos provadores quanto ao sabor do produto. Santos (2015) avaliando a estabilidade do extrato hidrossolúvel da castanha-do-Brasil relatou maior aceitabilidade quanto ao sabor, sendo aceitos sensorialmente pela maioria dos provadores com notas situando-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Arévalo-Pinedo et. al (2013) observaram que quanto maior a concentração de extrato de castanha-do-Brasil na bebida maior foi a rejeição pelos provadores, e que a formulação com 60% de leite de babaçu e 40% de extrato de castanha-do Brasil foi a mais aceita sensorialmente pelo painel de provadores, sendo necessário incrementar sabor para uma melhor aceitabilidade dos extratos vegetais.





**Figura IV.6.** Percentual de notas atribuídas pelos provadores para o sabor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele após a diluição

O perfil de atitude atribuído pelos provadores para as amostras, representado graficamente na Figura IV.7, utiliza a escala de 1 – certamente não compraria a 5 – certamente compraria. As médias com maior proximidade do centro no gráfico de teia indicam as amostras de maior preferência entre os provadores.



**Figura IV.7.** Perfil de atitudes atribuído aos diferentes extratos em pó de amendoim diluídos

Os provadores afirmaram ter dúvida se realmente compraria o produto, tendo em vista que os resultados foram os seguintes: 40% (C/P; 125g/1L), 52% (C/P; 150g/1L), 45% (S/P; 125g/1L) e 41% (S/P; 150g/1L). Com relação à categoria provavelmente compraria o produto, os maiores percentuais foram observados nos extratos em pó com pele na diluição 125 e 150g/1L, com valores de 49 e 26%, respectivamente. Alves et al. (2016) avaliando

sensorialmente o extrato de amendoim enriquecido com polpa de goiaba e umbu verificaram que 47,89% dos provadores não treinados consumiriam a bebida. Logo, verifica-se a satisfação com o consumo do extrato de amendoim, apesar da ingestão dessa oleaginosa estar associado ao produto cru e/ou condimentado e não na forma de bebida.

#### IV.4. CONCLUSÃO

As condições de processamento para obtenção do pó foram adequadas e favoreceram a prevenção do desenvolvimento de micro-organismos, encontrando-se dentro dos padrões higiênico-sanitários, considerado apto para o consumo humano. As diluições do extrato em pó sem pele apresentaram as maiores médias para os atributos cor e aparência, enquanto que para os atributos odor e sabor as maiores médias foram para as diluições do extrato com pele. Com relação ao perfil de atitudes o extrato em pó com pele na diluição 125g/1L apresentou uma melhor aceitação.

#### IV.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. M. B. **Produção de “leite de amendoim” e estudo da aflatoxina durante o seu armazenamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012. 123 f.

ALVES, N. M. C.; ALMEIDA, F. A. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Elaboração de duas bebidas a base de extrato de amendoim e polpa de frutas.** In: ALMEIDA, F. A. C. (org.). *Tecnologias desenvolvidas para o aproveitamento do amendoim.* Campina Grande: AREPB, 2016. P. 27-58.

ALMEIDA, F. C. A.; BARROS NETO, J. J. S.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Leite de Amendoim: Produto Natural.** In: FURTADO, D. A. *Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro.* Campina Grande: EPGRAF, 2014. Cap. 13, p.110-114.

AMARAL, D. S.; CARDOSO, D. S. G.; PESSOA, T.; GURJÃO, F. F. Avaliação sensorial da carne de sol comercializada nas cidades de Caicó e Currais Novos. **Revista Holos**, Natal, Ano 30, v.1, p.136-142, 2014.

ARÉVALO-PINEDO, A.; CARNEIRO, B. L. A.; BARBOSA, M. C.; DANTAS, A.; LACERDA, G. E. Aceitabilidade de bebida mista de extrato “leite” de babaçu (*Orbygnia speciosa*) e de castanha-do-Brasil. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v.26, III CBPH, p.1-4, 2013.

BARROS, E. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química e sensorial de extrato hidrossolúvel de soja obtido por diferentes métodos de processamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.10, n.1, p.2017-2028, 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set, 2003, Seção 1 p,14.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Brasília, DF, p.1-49, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

INPI. **Instituto Nacional de Propriedade Industrial** – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. 2016. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2016.

OLIVEIRA, T. K. B.; ALMEIDA, F. A. C.; CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; RAMOS, K. R. L. P. Análise físico-química de extrato aquoso de amendoim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.9, n.2, p.121-124, 2014.

OLIVEIRA, T. K. B.; ALMEIDA, F. A. C.; PORTELA, A. S.; ALMEIDA, I. B.; MELO, B. A. Efeitos metabólicos da suplementação oral do amendoim in natura e do seu extrato aquoso em ratos wistar. **Revista Expressão Científica**, Aracaju, v.1, n.1, p.1-10, 2016.

SANTOS, M. G. **Avaliação de estabilidade do extrato hidrossolúvel de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. 78 f.

## **5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Saborizar os extratos em pó de amendoim com pele e sem pele utilizando frutas tropicais e/ou exóticas;
- Avaliar a estabilidade do produto por meio do armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas;
- Avaliar a separação de fases dos extratos em pó diluídos;
- Testar diferentes diluições e realizar análise sensorial com provadores treinados.

## APÊNDICES

**Tabela A.I.1** – Tempo em minutos e razão de teor de água (adimensional) da cinética de liofilização dos extratos em pó de amendoim como pele e sem pele na proporção de 1:2 (amendoim:água) em diferentes concentrações de maltodextrina (%)

Tempo (min)	Extrato de Amendoim							
	Com Pele				Sem Pele			
	Concentrações de maltodextrina (%)							
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
60	0,8922	0,8906	0,8893	0,8884	0,8968	0,8954	0,8943	0,8936
120	0,7913	0,7897	0,7884	0,7875	0,8030	0,8016	0,8005	0,7998
180	0,7017	0,7001	0,6988	0,6979	0,7114	0,7100	0,7089	0,7082
240	0,6146	0,6130	0,6117	0,6108	0,6184	0,6170	0,6159	0,6152
300	0,5389	0,5373	0,5360	0,5351	0,5448	0,5434	0,5423	0,5416
360	0,4601	0,4585	0,4572	0,4563	0,4769	0,4755	0,4744	0,4737
420	0,3912	0,3896	0,3883	0,3874	0,4119	0,4105	0,4094	0,4087
480	0,3230	0,3214	0,3201	0,3192	0,3489	0,3475	0,3464	0,3457
540	0,2601	0,2585	0,2572	0,2563	0,2867	0,2853	0,2842	0,2835
600	0,1912	0,1896	0,1883	0,1874	0,2155	0,2141	0,2130	0,2123
660	0,1558	0,1542	0,1529	0,1520	0,1813	0,1799	0,1788	0,1781
720	0,1127	0,1111	0,1098	0,1089	0,1378	0,1364	0,1353	0,1346
840	0,0492	0,0476	0,0463	0,0454	0,0711	0,0697	0,0686	0,0679
960	0,0149	0,0133	0,0120	0,0111	0,0271	0,0257	0,0246	0,0239
1080	0,0054	0,0038	0,0025	0,0016	0,0091	0,0077	0,0066	0,0059
1200	0,0039	0,0023	0,0010	0,0000	0,0041	0,0027	0,0016	0,0009
1320	0,0029	0,0013	0,0000		0,0033	0,0019	0,0008	0,0000
1440	0,0023	0,0007			0,0030	0,0008	0,0000	
1680	0,0003	0,0000			0,0011	0,0000		
1920	0,0000				0,0000			

**Tabela A.I.2** – Tempo em minutos e razão de teor de água (adimensional) da cinética de liofilização dos extratos em pó de amendoim como pele e sem pele na proporção de 1:4 (amendoim:água) em diferentes concentrações de maltodextrina (%)

Tempo (min)	Extrato de Amendoim							
	Com Pele				Sem Pele			
	Concentrações de maltodextrina (%)							
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
60	0,8929	0,8915	0,8903	0,8894	0,8976	0,8962	0,8951	0,8944
120	0,7920	0,7906	0,7894	0,7885	0,8038	0,8024	0,8013	0,8006
180	0,7024	0,7010	0,6998	0,6989	0,7122	0,7108	0,7097	0,7090
240	0,6153	0,6139	0,6127	0,6118	0,6192	0,6178	0,6167	0,6160
300	0,5396	0,5382	0,5370	0,5361	0,5456	0,5442	0,5431	0,5424
360	0,4608	0,4594	0,4582	0,4573	0,4777	0,4763	0,4752	0,4745
420	0,3919	0,3905	0,3893	0,3884	0,4127	0,4113	0,4102	0,4095
480	0,3237	0,3223	0,3211	0,3202	0,3497	0,3483	0,3472	0,3465
540	0,2608	0,2594	0,2582	0,2573	0,2875	0,2861	0,2850	0,2843
600	0,1919	0,1905	0,1893	0,1884	0,2163	0,2149	0,2138	0,2131
660	0,1565	0,1551	0,1539	0,1530	0,1821	0,1807	0,1796	0,1789
720	0,1134	0,1120	0,1108	0,1099	0,1386	0,1372	0,1361	0,1354
840	0,0499	0,0485	0,0473	0,0464	0,0719	0,0705	0,0694	0,0687
960	0,0156	0,0142	0,0130	0,0121	0,0279	0,0265	0,0254	0,0247
1080	0,0061	0,0047	0,0035	0,0026	0,0099	0,0085	0,0074	0,0067
1200	0,0046	0,0032	0,0020	0,0011	0,0049	0,0035	0,0024	0,0017
1320	0,0033	0,0019	0,0007	0,0000	0,0041	0,0027	0,0016	0,0009
1440	0,0022	0,0008	0,0000		0,0038	0,0019	0,0008	0,0001
1680	0,0014	0,0000			0,0019	0,0011	0,0002	0,0000
1920	0,0007				0,0008	0,0005	0,0000	
2160	0,0002				0,0003	0,0000		
2520	0,0000				0,0000			

**Tabela A.I.3** – Tempo em minutos e razão de teor de água (adimensional) da cinética de liofilização dos extratos em pó de amendoim como pele e sem pele na proporção de 1:6 (amendoim:água) em diferentes concentrações de maltodextrina (%)

Tempo (min)	Extrato de Amendoim							
	Com Pele				Sem Pele			
	Concentrações de maltodextrina (%)							
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
60	0,8933	0,8917	0,8904	0,8895	0,8981	0,8967	0,8956	0,8949
120	0,7924	0,7908	0,7895	0,7886	0,8043	0,8029	0,8018	0,8011
180	0,7028	0,7012	0,6999	0,6990	0,7127	0,7113	0,7102	0,7095
240	0,6157	0,6141	0,6128	0,6119	0,6197	0,6183	0,6172	0,6165
300	0,5400	0,5384	0,5371	0,5362	0,5461	0,5447	0,5436	0,5429
360	0,4612	0,4596	0,4583	0,4574	0,4782	0,4768	0,4757	0,4750
420	0,3923	0,3907	0,3894	0,3885	0,4132	0,4118	0,4107	0,4100
480	0,3241	0,3225	0,3212	0,3203	0,3502	0,3488	0,3477	0,3470
540	0,2612	0,2596	0,2583	0,2574	0,2880	0,2866	0,2855	0,2848
600	0,1923	0,1907	0,1894	0,1885	0,2168	0,2154	0,2143	0,2136
660	0,1569	0,1553	0,1540	0,1531	0,1826	0,1812	0,1801	0,1794
720	0,1138	0,1122	0,1109	0,1100	0,1391	0,1377	0,1366	0,1359
840	0,0503	0,0487	0,0474	0,0465	0,0724	0,0710	0,0699	0,0692
960	0,0160	0,0144	0,0131	0,0122	0,0284	0,0270	0,0259	0,0252
1080	0,0065	0,0049	0,0036	0,0027	0,0104	0,0090	0,0079	0,0072
1200	0,0050	0,0034	0,0021	0,0012	0,0054	0,0040	0,0029	0,0022
1320	0,0040	0,0024	0,0011	0,0002	0,0046	0,0032	0,0021	0,0014
1440	0,0034	0,0018	0,0005	0,0000	0,0043	0,0025	0,0014	0,0007
1680	0,0014	0,0013	0,0000		0,0024	0,0017	0,0006	0,0000
1920	0,0008	0,0007			0,0013	0,0009	0,0002	
2160	0,0002	0,0002			0,0003	0,0004	0,0000	
2520	0,0001	0,0000			0,0001	0,0000		
2880	0,0000				0,0000			

**Tabela A.II.1** – Análise de variância dos valores médios da solubilidade (%) dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Proporção de Extrato (F1)	2	930,49809	465,24904	791,0376**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	6241,50571	2080,50190	3537,3640**
Interação (F1 x F2)	6	36,69620	6,11603	10,3988**
Tratamentos	11	7208,70000	655,33636	1114,2327**
Resíduo	24	14,11561	0,58815	
Total	35	7222,81561		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.2** – Análise de variância dos valores médios da solubilidade (%) dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Proporção de Extrato (F1)	2	964,30003	482,15001	581,8267**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	6015,44307	2005,14769	2419,6796**
Interação (F1 x F2)	6	64,33974	10,72329	12,9402**
Tratamentos	11	7044,08284	640,37117	772,7576**
Resíduo	24	19,88840	0,82868	
Total	35	7063,97123		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.3** – Análise de variância dos valores médios da luminosidade dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Proporção de Extrato (F1)	2	121,03665	60,51833	1208,0846**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	745,52376	248,50792	4960,7880**
Interação (F1 x F2)	6	150,49479	25,08247	500,7035**
Tratamentos	11	1017,05521	92,45956	1845,7050**
Resíduo	24	1,20227	0,05009	
Total	35	1018,25748		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.4** – Análise de variância dos valores médios da luminosidade dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	159,08749	79,54374	3262,9613**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	214,57566	71,52522	2934,0336**
Interação (F1 x F2)	6	75,61398	12,60233	516,9597**
Tratamentos	11	449,27712	40,84337	1675,4347**
Resíduo	24	0,58507	0,02438	
Total	35	449,86219		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.5** – Análise de variância dos valores médios da cromaticidade dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	147,73500	73,86750	1043,8177**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	123,93246	41,31082	583,7610**
Interação (F1 x F2)	6	17,96664	2,99444	42,3143**
Tratamentos	11	289,63410	26,33037	372,0731**
Resíduo	24	1,69840	0,07077	
Total	35	291,33250		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.6** – Análise de variância dos valores médios da cromaticidade dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	88,04084	44,02042	202,2223**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	76,72870	25,57623	117,4928**
Interação (F1 x F2)	6	11,57536	1,92923	8,8625**
Tratamentos	11	176,34490	16,03135	73,6453**
Resíduo	24	5,22440	0,21768	
Total	35	181,56930		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.7** – Análise de variância dos valores médios do ângulo de tonalidade dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	825,50641	412,75320	67,5350**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	9971,59027	3323,86342	543,8528**
Interação (F1 x F2)	6	3783,16282	630,52714	103,1673**
Tratamentos	11	14580,25949	1325,47814	216,8756**
Resíduo	24	146,68073	6,11170	
Total	35	14726,94022		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.8** – Análise de variância dos valores médios do ângulo de tonalidade dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	927,62764	463,81382	19,3189**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	17844,28739	5948,09580	247,7516**
Interação (F1 x F2)	6	4240,16894	706,69482	29,4354**
Tratamentos	11	23012,08396	2092,00763	87,1368**
Resíduo	24	576,19940	24,00831	
Total	35	23588,28336		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.9** – Análise de variância dos valores médios do teor de água (% b.u.) dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	6,32709	3,16354	266,0089**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	2,01950	0,67317	56,6036**
Interação (F1 x F2)	6	0,07845	0,01307	1,0994ns
Tratamentos	11	8,42503	0,76591	64,4023**
Resíduo	24	0,28542	0,01189	
Total	35	8,71045		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.10** – Análise de variância dos valores médios do teor de água (% b.u.) dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	7,97348	3,98674	93,0880**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	1,68425	0,56142	13,1087**
Interação (F1 x F2)	6	0,41420	0,06903	1,6119ns
Tratamentos	11	10,07193	0,91563	21,3794**
Resíduo	24	1,02786	0,04283	
Total	35	11,09979		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.11** – Análise de variância dos valores médios da atividade de água dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	0,05363	0,02682	5612,9535**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	0,03067	0,01022	2140,0465**
Interação (F1 x F2)	6	0,00340	0,00057	118,5814**
Tratamentos	11	0,08771	0,00797	1668,8668**
Resíduo	24	0,00011	0,00000	
Total	35	0,08782		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.12** – Análise de variância dos valores médios da atividade de água dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	0,07405	0,03703	12457,1215**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	0,04118	0,01373	4618,8411**
Interação (F1 x F2)	6	0,00140	0,00023	78,2430**
Tratamentos	11	0,11663	0,01060	3567,2931**
Resíduo	24	0,00007	0,00000	
Total	35	0,11670		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.13** – Análise de variância dos valores médios de proteínas (%) dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	91,71186	45,85593	877,6313**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	1122,41900	374,13967	7160,6160**
Interação (F1 x F2)	6	24,66543	4,11090	78,6781**
Tratamentos	11	1238,79629	112,61784	2155,3799**
Resíduo	24	1,25399	0,05225	
Total	35	1240,05028		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.14** – Análise de variância dos valores médios de proteínas (%) dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	106,90664	53,45332	790,4759**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	1206,21276	402,07092	5945,88,68**
Interação (F1 x F2)	6	37,26458	6,21076	91,8457**
Tratamentos	11	1350,38398	122,76218	1815,4261**
Resíduo	24	1,62292	0,06762	
Total	35	1352,00690		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.15** – Análise de variância dos valores médios de lipídios (%) dos extratos em pó de amendoim com pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Proporção de Extrato (F1)	2	360,25137	180,12568	523,2304**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	4278,65643	1426,21881	4142,8908**
Interação (F1 x F2)	6	107,58094	17,93016	52,0836**
Tratamentos	11	4746,48873	431,49898	1253,4214**
Resíduo	24	8,26217	0,34426	
Total	35	4754,75090		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.II.16** – Análise de variância dos valores médios de lipídios (%) dos extratos em pó de amendoim sem pele, obtido pelo método de liofilização nas diferentes proporções de extrato (1:2; 1:4; 1:6) e concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%).

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Proporção de Extrato (F1)	2	451,00895	225,50448	543,3177**
Concentração de Maltodextrina (F2)	3	3216,42077	1072,14026	2583,1541**
Interação (F1 x F2)	6	97,28588	16,21431	39,0658**
Tratamentos	11	3764,71560	342,24687	824,5903**
Resíduo	24	9,96122	0,41505	
Total	35	3774,67682		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.IV.1** – Análise de variância obtida durante a análise sensorial para o atributo cor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	2,13876	0,71292	8,4160**
Resíduo	16	1,35536	0,08471	
Total	19	3,49412		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.IV.2** – Análise de variância obtida durante a análise sensorial para o atributo aparência dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	3,30437	1,10146	12,9564**
Resíduo	16	1,36020	0,08501	
Total	19	4,66458		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.IV.3** – Análise de variância obtida durante a análise sensorial para o atributo odor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	0,45082	0,15027	1,3413 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	1,79260	0,11204	
Total	19	2,24342		

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.IV.4** – Análise de variância obtida durante a análise sensorial para o atributo sabor dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	2,31722	0,77241	9,7689**
Resíduo	16	1,26508	0,07907	
Total	19	3,58230		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

**Tabela A.IV.5** – Análise de variância obtida durante a análise sensorial para o atributo intenção de compra dos extratos em pó de amendoim com pele e sem pele diluídos

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	1,97300	0,65767	17,0160**
Resíduo	16	0,61840	0,03865	
Total	19	2,59140		

\*\* significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Produção de Extrato em Pó de Amendoim por Liofilização

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 42524815.9.0000.5182

**Instituição Proponente:** Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.085.219

**Data da Relatoria:** 27/05/2015

#### Apresentação do Projeto:

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios, ricos em valor energético e proteico, capazes de suprir as deficiências nutricionais da população em proteínas e vitaminas, é de fundamental importância no combate à desnutrição. O amendoim se destaca por ser de alto valor nutritivo com um perfil vitamínico invejável e uma grande quantidade de proteínas vegetais (25 a 30% de sua composição). Seus grãos podem apresentar até 50% de lipídios, sendo ricos em ácidos graxos insaturados (ácido oleico, ácido linoleico e ácido alfa-linolênico) e pobres em ácidos graxos saturados. Além disso, são ótimas fontes de fibra dietética, vitaminas, antioxidantes, minerais e fitoquímicos, podendo suprir as carências de ordem nutricional, especialmente por ser um alimento de alto valor calórico (cerca de 596 calorias/100 g de sementes).

Nesse contexto pesquisas vem sendo desenvolvidas com a finalidade de desenvolver e avaliar as potencialidades do extrato em pó de amendoim com pele e sem pele como produto alimentício.

#### Considerações sobre os termos de apresentação obrigatória:

Projeto;

Folha de rosto;

Termo de Consentimento Livre Esclarecido;

Declaração da Coordenação de Pós Graduação em Engenharia Agrícola;

Termo de Compromisso do Pesquisador;

Termo de esclarecimento dos riscos.

#### Recomendações:

RECOMENDAÇÕES ANTERIORES: Observo a necessidade de colocar no TCLE um parágrafo que exclua da pesquisa pessoas que sejam alérgicas a quaisquer componentes a ser utilizado na elaboração do produto.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
ALCIDES CARNEIRO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



Continuação do Parecer: 1.085.219

Pessoas que sejam alérgicas a quaisquer componentes a ser utilizado na elaboração do extrato em pó do amendoim devem ser eliminadas da análise sensorial.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do comentário acima, somos de parecer favorável a aprovação da presente pesquisa. Salvo melhor juízo deste ilustre CEP.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a Critério do CEP:**

A partir da análise da relatoria, o protocolo foi considerado aprovado ad referendum.

CAMPINA GRANDE, 28 de Maio de 2015

---

**Assinado por:**

**SHEILA MILENA PESSOA DOS SANTOS**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Dr. Carlos Chagas, s/n

**Bairro:** São José

**UF:** PB

**Telefone:** (83) 2101-5545

**Município:** CAMPINA GRANDE

**Fax:** (83) 2101-5523

**CEP:** 58.107-670

**E-mail:** cep@huac.ufcg.edu.br

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**HUAC - Hospital Universitário Alcides Carneiro**

---

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

ESTUDO: Produção de extrato em pó de amendoim por liofilização

*Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa acima citado. Esta pesquisa tem por objetivo a obtenção de extrato de amendoim em pó pelo processo de liofilização. Dessa forma essa etapa é de fundamental importância para a escolha do melhor produto, bem como para avaliar a aceitabilidade pelos consumidores uma vez que o mesmo apresenta uma série de benefícios, servindo de alimento substituto para indivíduo que possui intolerância à lactose ou alergia às proteínas de origem animal, como as contidas no leite de vaca. É rico em ácidos graxos insaturados, fonte de proteína vegetal, fibras, contém micronutrientes e antioxidantes. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.*

---

Eu, (inserir o nome, profissão) \_\_\_\_\_  
residente e domiciliado na \_\_\_\_\_,  
portador da Cédula de identidade, RG \_\_\_\_\_, e inscrito no CPF:  
\_\_\_\_\_ nascido(a) em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_, abaixo assinado(a),  
concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do estudo “Produção de extrato em pó de amendoim por liofilização”. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

- I) O estudo se faz necessário para que seja avaliada a preferência do provador, quanto aos melhores tratamentos para obtenção do extrato em pó de amendoim.
- II) Tenho consciência, das possíveis alergias ou alterações metabólicas que poderão ser causadas pelo produto, caso seja alérgico a amendoim.

III) Essa (s) coleta(s) serão feitas apenas para este estudo, com resguardo da identidade do provador.

IV) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

V) A desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico. Não virá interferir no atendimento ou tratamento médico;

VI) Os resultados obtidos durante este ensaio serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

VII) Caso eu desejar, poderei pessoalmente tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.

Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

VIII) Observações Complementares.

IX) Pessoas que sejam alérgicas a quaisquer componentes a ser utilizado na elaboração do extrato em pó do amendoim devem ser eliminadas da análise sensorial.

X) Caso me sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao CEP/HUAC, do Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro, localizado na rua Dr. Carlos Chagas, s/n, São José, Campina Grande- PB, telefone: (83) 2101-5545, ao Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande, 02 de Setembro de 2015

**Testemunha 1:** \_\_\_\_\_

Nome / RG / Telefone

**Testemunha 2:** \_\_\_\_\_

Nome / RG / Telefone

**Responsável pelo Projeto:** Luzia Marcia de Melo Silva

**Telefone para contato:** (83) 33225803 / 98552242



SCIENTEC

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 18 de setembro de 2015.

**LAUDO DE ANÁLISE Nº 1074/15**

SOLICITANTE:	LUZIA MÁRCIA DE MELO SILVA
ENDEREÇO:	Luzia Marcia de Melo Silva - Rua Abrígio Veloso, 309 - Bairro Universitário
PRODUTO(S):	EXTRATO EM PÓ COM PELE
COLETADO POR:	Pelo interessado (a)
MARCA/PROCEDÊNCIA:	- / Campina Grande - PB
FAB./ VAL./ LOTE:	- / - / -
DATA DE ENTRADA:	28.08.2015
DATA DE ANÁLISE:	09.09.2015
AMOSTRAS:/ QUANT.:	Nº. 1120/ 01 (uma)

***ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS***

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES*
Coliformes à 35° C (NMP/g)	0,0	-
Coliformes à 45° C (NMP/g)	0,0	-
Bolores e Leveduras (UFC/g)	1 x 10 <sup>3</sup>	-

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

*Isabel C. S. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>a</sup> Controle de Qualidade  
Mat. SIAPE 00336461

CNPJ 08.331.902/0001-12 ☎ (83) 3216-7063  
LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☎ (83) 3216-7900  
✉ Campus Universitário I – CT, s/n. 58051-970 - João Pessoa/PB  
E-mail: scientecassociacao@gmail.com lta@ct.ufpb.br



**SCIENTEC**  
 Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
 Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
 Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 13 de novembro de 2015.

### LAUDO DE ANÁLISE Nº 1323/15

<b>SOLICITANTE:</b>	LUZIA MÁRCIA DE MELO SILVA
<b>ENDEREÇO:</b>	Luzia Marcia de Melo Silva - Rua Aprígio Veloso, 309 - Bairro Universitário
<b>PRODUTO(S):</b>	EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM COM PELE
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado (a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./ VAL./ LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	03.11.2015
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.11.2015
<b>AMOSTRAS:/ QUANT.:</b>	Nº. 1454/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADO	PADRÃO*
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

\*Ministério da Saúde – ANVISA – Resolução RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

Metodologia: - Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
 Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
 Eng<sup>a</sup> Controle de Qualidade  
 Mat. BIAPE 0033848<sup>1</sup>

CNPJ 08.331.902/0001-12 ☎ (83) 3216-7063  
 LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
 ☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☎ (83) 3216-7900  
 ☒ Campus Universitário I – CT, s/n. 58051-970 - João Pessoa/PB  
 E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)

**SCIENTEC**

Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 18 de setembro de 2015.

**LAUDO DE ANÁLISE Nº 1075/15**

<b>SOLICITANTE:</b>	LUZIA MÁRCIA DE MELO SILVA
<b>ENDEREÇO:</b>	Luzia Marcia de Melo Silva - Rua Aprígio Veloso, 309 - Bairro Universitário
<b>PRODUTO(S):</b>	EXTRATO EM PÓ SEM PELE
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado (a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./ VAL./ LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	28.08.2015
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.09.2015
<b>AMOSTRAS:/ QUANT.:</b>	Nº. 1121/ 01 (uma)

**ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS**

ANÁLISES	RESULTADOS	PADRÕES*
Coliformes à 35° C (NMP/g)	0,0	-
Coliformes à 45° C (NMP/g)	0,0	-
Bolores e Leveduras (UFC/g)	2 x 10 <sup>2</sup>	-

Metodologia: Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

*Isabel C. L. Perdigão Batista*  
Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
Eng<sup>o</sup> Controle de Qualidade  
Mat SIAPE 00336461

CNPJ 08.331.902/0001-12 ☎ ☐ (83) 3216-7063  
LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☐ (83) 3216-7900  
☒ Campus Universitário I – CT, s/n. 58051-970 - João Pessoa/PB  
E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)



**SCIENTEC**  
 Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia  
 Fundada em 1981 – Conveniada com a UFPB  
 Laboratório de Tecnologia de Alimentos

João Pessoa, 13 de novembro de 2015.

### LAUDO DE ANÁLISE Nº 1322/15

<b>SOLICITANTE:</b>	LUZIA MÁRCIA DE MELO SILVA
<b>ENDEREÇO:</b>	Luzia Marcia de Melo Silva - Rua Aprígio Veloso, 309 - Bairro Universitário
<b>PRODUTO(S):</b>	EXTRATO EM PÓ DE AMENDOIM SEM PELE
<b>COLETADO POR:</b>	Pelo interessado (a)
<b>MARCA/PROCEDÊNCIA:</b>	- / Campina Grande - PB
<b>FAB./ VAL./ LOTE:</b>	- / - / -
<b>DATA DE ENTRADA:</b>	03.11.2015
<b>DATA DE ANÁLISE:</b>	09.11.2015
<b>AMOSTRAS:/ QUANT.:</b>	Nº. 1453/01 (uma)

### ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISES	RESULTADO	PADRÃO*
Salmonella sp em 25 g	Ausência	Ausência

\*Ministério da Saúde – ANVISA - Resolução RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

**Metodologia:** - Instrução Normativa Nº 62, 26 de agosto de 2003.

### CONCLUSÃO:

A amostra **satisfaz** os padrões de qualidade, quanto aos parâmetros analisados.

*Isabel C. B. Perdigão Batista*  
 Isabel Cristina L. Perdigão Batista  
 Eng<sup>o</sup> Controle de Qualidade  
 Mat. SIAPE 00338461

CNPJ 08.331.902/0001-12 ☎ (83) 3216-7063  
 LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
 ☎ (83) 3216-7363 / 91062088 - ☎ (83) 3216-7900  
 ☑ Campus Universitário I – CT, s/n. 58051-970 - João Pessoa/PB  
 E-mail: [scientecassociacao@gmail.com](mailto:scientecassociacao@gmail.com) [lta@ct.ufpb.br](mailto:lta@ct.ufpb.br)

