



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

JOSÉ CRISÓSTOMO DA SILVA NETO

**CINÉTICA DE HIDRATAÇÃO E ELABORAÇÃO DO EXTRATO  
HIDROSSOLÚVEL DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.) 'HAVANA'**

Pombal – PB  
2016

JOSÉ CRISÓSTOMO DA SILVA NETO

**CINÉTICA DE HIDRATAÇÃO E ELABORAÇÃO DO EXTRATO  
HIDROSSOLÚVEL DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.) ‘HAVANA’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos,  
da Universidade Federal de Campina Grande, como  
um dos requisitos para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. D. Sc. Adriano Sant’Ana Silva.

Pombal – PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586c Silva Neto, José Crisóstomo da.  
Cinética de hidratação e elaboração do extrato hidrossolúvel de amendoim  
(*Arachis hypogaea* L.) havana / José Crisóstomo da Silva Neto. – Pombal, 2016.  
55 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal  
de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva".

Referências.

1. Amendoim – Produção.
2. Amendoim – Planejamento Experimental.
3. Amendoim – Agregação de Valor. I. Silva, Adriano Sant'Ana. II. Universidade Federal de Campina Grande, Pombal (PB). III. Título.

CDU 633.368(043)

JOSÉ CRISÓSTOMO DA SILVA NETO

**CINÉTICA DE HIDRATAÇÃO E ELABORAÇÃO DO EXTRATO  
HIDROSSOLÚVEL DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.) 'HAVANA'**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos, da  
Universidade Federal de Campina Grande, como um  
dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Alimentos.

**APROVADO EM:** 28 de setembro de 2016


**BANCA EXAMINADORA**



Prof. D. Sc. Adriano Sant'Ana Silva

UFCG/CCTA/UATA

*(Orientador)*



Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Mônica Tejo Cavalcanti

UFCG/CCTA/UATA

*(1° Examinador)*



Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

UFCG/CCTA/UATA

*(2° Examinador)*



Biomédica Bruna Rodrigues de Sousa

UFCG/CCTA/UATA

*(3° Examinador)*

Pombal-PB

2016

Aos meus pais, Francisco Evaldo e Zildamir, e a minha avó materna, Maria Jácome, in memoriam. Em vocês meu porto seguro, minha referência e minha inspiração maior de luta pelos objetivos, humildade e amor ao próximo, na busca de ser uma pessoa melhor. Não melhor do que ninguém, mas o melhor que eu puder ser.

**Dedico este trabalho**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, Supremo Senhor de todas as coisas e arquiteto maior do universo, pela fortaleza, discernimento e resignação concedidas ao longo desta árdua jornada, guiando meus passos na superação das dificuldades, rumo a realização dos objetivos. Sem Ele, nada seria possível. A Ele, e por Ele, sejam todas as coisas.

As minhas irmãs, Ana Tereza e Ana Catarina, meus tios Nicácio, Francisca e Maria Lúcia, meus cunhados Vinícius e Márcio, por sempre se fazerem presentes nesta caminhada, com palavras sinceras de incentivo, e gestos concretos de colaboração

Aos demais familiares, sem reservas, especialmente meus avós paternos, por sua participação valorosa nesta conquista, e pela reciprocidade de afeto que tenho pelos mesmos.

Ao Professor Adriano Sant'Ana, por ter me aceitado não só como orientando neste trabalho de conclusão de curso e em seu grupo de pesquisa, mas também pela amizade, atenção e valiosos conhecimentos adquiridos junto do mesmo.

Aos queridos amigos com os quais tive o prazer de conviver por este tempo maravilhoso, construindo laços fortes e fraternos, de forma especial Deocleciano, Gildervan, Jayuri, Janine Patrícia, Saulo Soares, Ana Flávia, Ana Marina, Ana Cláudia, Flávia Izabelly, Járicles, Dany, Simone, Luana, Joelma, Luís Paulo, Eliane e Gerbson Andrade, turminha esta sempre tão divertida e pronta a ajudar com muita disponibilidade, contribuindo em diferentes momentos, com bastante companheirismo e preocupação, vivendo variadas e intensas emoções e sentimentos durante a graduação, e externa a ela. Ótimas lembranças permanecerão. Sempre valerá a pena.

Aos bons amigos Djalma Neto, Matheus, João Vítor, Joaquim, Hudson e Gustavo, pela estadia harmoniosa, e a alegria duradoura da convivência, ao

dividirem comigo moradia. Que o prazer do reencontro e mais momentos juntos sempre se façam acontecer.

Aos amigos Francisco Marto, Ellen, Elias, Eduardo, Hugo, Lamartine e Luciano, por sempre me apoiarem dentro e fora do espaço acadêmico, na busca de vencer os desafios. De vocês, os melhores sorrisos, as melhores resenhas, os divertidos momentos juntos serão guardados.

Aos brothers Tássio, Mauro, Anderson, Rayan, Ulisses, Terceiro e Juninho, pelo companheirismo favorável, e a alegria sempre recíproca. Conviver com vocês é, de fato, um bom motivo para ser feliz.

Aos amigos-irmãos da cidade de Luís Gomes-RN, especialmente nas pessoas de José Gomes, Raimundo Nonato, Marcos Antônio, Angel, André Borges, José Augusto, Gilberlândio, Iago, Fernando Gomes, Ciro Leandro, Júnior Oliveira, Jayne e Sara, e todos os outros, a quem agradeço por sempre me incentivarem a lutar com determinação, e serem verdadeiros tesouros com quem divido instantes únicos, sem dúvida.

Aos amigos da Rua Argemiro de Sousa e agregados, por me acolherem como um membro desta grande família, e pela consideração verdadeira. De cada um, levarei sempre boas e memoráveis recordações, especialmente dos ótimos momentos vividos.

Aos amigos do Pensionato Universitário, local ao qual guardo com muito apreço, pelos laços de amizade e respeito formados. Uma grande satisfação ter convivido com estes e manter amigável relação.

A turma 2010.2 do curso de Engenharia de Alimentos, da UFCG Campus Pombal-PB, especialmente nas pessoas de Ana Marinho, Rafaela Rodrigues e Thayse Cavalcante. Conviver com todos vocês foi uma experiência realizadora e muito positiva em minha vida.

A todos os demais amigos, indistintamente, construídos ao longo destes notáveis anos de formação acadêmica, dentro e fora da faculdade, em suas imediações ou a nível de cidade. Embora não presentes em nomes neste espaço, a plena certeza que fica é que com cada um muito aprendi, vivi e convivi momentos que guardo com carinho em meu coração, e de todos buscarei levar sempre o melhor.

A banca examinadora deste trabalho de conclusão de curso, por ter aceitado gentilmente participar deste momento tão importante na minha vida acadêmica e pessoal, com plena certeza agregando valoroso conhecimento e experiência ao mesmo.

A Universidade Federal de Campina Grande, especialmente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, na pessoa de seus funcionários, pelo apoio prestado enquanto discente da mesma, na agregação de conhecimento e cidadania, e pela convivência fraterna.

Aos Professores(as) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, especialmente os da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, pela transmissão dedicada e eficaz do saber, ao longo das disciplinas cursadas.

Aos Técnicos de Laboratório, pela considerável contribuição nos procedimentos analíticos em diferentes atividades desenvolvidas ao longo do curso e desta monografia, especialmente ao cederem ambiente e/ou equipamentos e reagentes para tal.

E a todos que, direto ou indiretamente, tiveram sua parcela de contribuição nesta produção ou em outros instantes vividos ao longo deste tempo, de coração:

**Muitíssimo Obrigado!**



“Aprende onde está a sabedoria, onde está a fortaleza e onde está a inteligência, e aprenderás também onde está a longevidade e a vida, onde está o brilho dos olhos e a paz.” (Baruc 3,14)

SILVA NETO, J. C. **Cinética de hidratação e elaboração do extrato hidrossolúvel de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) 'Havana'**. 2016. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2016.

## RESUMO

O amendoim é uma espécie vegetal de cultivo e consumo abrangentes a nível de mundo. Por apresentar uma composição significativa em nutrientes, permite o desenvolvimento de relevantes trabalhos envolvendo o mesmo. Dessa forma, o presente estudo objetivou estudar a cinética de hidratação e otimizar o processo de obtenção do extrato hidrossolúvel do grão de amendoim 'Havana'. A cinética de hidratação do amendoim foi conduzida nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C. Para descrever o comportamento das curvas de hidratação, utilizou-se o modelo matemático de Peleg. Para a otimização do processo de obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim, estudou-se os efeitos das variáveis temperatura de extração e razão mássica de grão:água, sobre a característica teor de proteína. No processo de hidratação, tem-se que o teor de água, em base seca, variou de 6,22 a 56,93%, para a faixa de temperatura (30 a 90 °C) utilizada. O modelo de Peleg ajustou-se de forma significativa aos resultados obtidos, tendo os valores para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) variando de 0,995 a 0,997, e erro relativo médio (P), entre 1,59 a 1,77%, em relação as quatro temperaturas empregadas. Além disso, a constante  $K_1$  do mesmo modelo apresentou variação de 38,08 a 71,47, enquanto que para  $K_2$ , a alternância de valores deu-se de 1,52 a 2,36. Para os extratos hidrossolúveis, observou-se que a razão de grão:água foi a variável de maior influência sobre a resposta teor de proteína. Para a representação do comportamento dos dados experimentais, o modelo de segunda ordem foi estatisticamente significativo, com precisão de 0,928. Portanto, fez-se viável a produção do extrato hidrossolúvel, demandando de operação simples e de baixo de obtenção, além de proporcionar um bom rendimento do produto final.

**Palavras-chave:** Peleg, planejamento experimental, proteína, agregação de valor.

SILVA NETO, J. C. **Kinetics of hydration and preparation of water soluble extract of peanut (*Arachis hypogaea* L.) 'Havana'**. 2016. 55p. Work Completion of course (Bachelor of Food Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB, 2016.

### **ABSTRACT**

Peanut is a species of cultivation and comprehensive consumption at world level. By presenting a significant nutrient composition, it allows the development of relevant studies involving the same. Thus, this study aimed to study the hydration kinetics and optimize the process of obtaining the water-soluble extract of peanut grain 'Havana'. The peanut hydration kinetics was conducted at temperatures of 30, 50, 70 and 90 ° C. To describe the behavior of hydration curves, we used the mathematical model Peleg. To optimize the process of obtaining the water-soluble extract of peanuts, we studied the effects of temperature variable extraction and mass ratio of grain: water on the characteristic protein. In the hydration process, it follows that the water content, dry basis, ranging from 6,22 to 56,93% for temperature range (30 to 90 ° C) used. The model Peleg set significantly to the results obtained with the values for the coefficient of determination ( $R^2$ ) ranging from 0,995 to 0,997 and the average relative error (E) between 1,59 to 1,77% by regarding the four temperatures employed. In addition, the constant  $K_1$  in the same model showed variation from 38,08 to 71,47, while for  $K_2$ , switching values given to 1,52 to 2,36. For the water soluble extracts, it was observed that the grain ratio: water was the greatest influence on the response variable protein content. To represent the behavior of the experimental data, the second-order model was statistically significant, with a precision of 0,928. Therefore, it became viable to produce the water-soluble extract, requiring simple operation and low achievement, and provide a good yield of the final product.

**Keywords:** Peleg, experimental design, protein, added value.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Máquina para obtenção do extrato aquoso de amendoim .....	24
<b>FIGURA 2</b> - a) Grão de amendoim in natura b) Grão de amendoim hidratado .....	26
<b>FIGURA 3</b> - Processo de hidratação dos grãos de amendoim: (a) amostras, (b) reatores para reidratação, (c) banho termostático e (d) drenagem dos grãos .....	27
<b>FIGURA 4</b> - Etapas de obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim: (a) branqueamento (b) trituração, (c) filtração, (d) envase e (e) armazenamento refrigerado.....	32
<b>FIGURA 5</b> - a) Extrato hidrossolúvel de amendoim b) Extrato hidrossolúvel envasado em potes de plástico .....	33
<b>FIGURA 6</b> - Razão de ganho de água (adm) durante o processo de hidratação do amendoim, em diferentes tempos (min.), nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C .....	34
<b>FIGURA 7</b> - Teor de água (%) durante o processo de hidratação do amendoim, em diferentes tempos (min.), nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C .....	35
<b>FIGURA 8</b> - Diagrama de Pareto para o efeito estimado de cada variável do planejamento experimental .....	42
<b>FIGURA 9</b> - Valores preditos versus valores observados, referentes ao extrato hidrossolúvel de amendoim.....	44

**FIGURA 10** - Superfície de resposta para o teor de proteína presente nos extratos hidrossolúveis de amendoim ..... 45

**FIGURA 11** - Extravasamento de nutrientes presente na água de hidratação, nas diferentes temperaturas : a) 30 °C, b) 50 °C, c) 70 °C e d) 90 °C ..... 48

**FIGURA 12** - Resíduo proveniente da filtração do extrato hidrossolúvel de amendoim ..... 49

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Níveis reais e codificados das variáveis de entrada empregados na fermentação alcoólica do mel de abelha ..... 30
- TABELA 2** - Razão grão:água e temperaturas de trituração utilizadas na obtenção dos extratos hidrossolúveis de amendoim..... 30
- TABELA 3** - Parâmetros estatísticos para o método de Peleg, em diferentes temperaturas ..... 37
- TABELA 4** - Matriz do planejamento experimental ..... 39
- TABELA 5** - Coeficientes de regressão associados ao modelo matemático codificado para o teor de proteína bruta nos extratos hidrossolúveis.....41
- TABELA 6** - Análise de Variância (teste F) para proteínas presentes no extrato hidrossolúvel de amendoim, em diferentes concentrações..... 43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

adm	adimensional
b.s.	base seca
$\beta_n$	Constantes dos modelos matemáticos de 1° e 2° ordem
GMM	Ganho Médio de Massa
g	grama
ha	hectare
Kg	quilograma
$K_1$	Constante de Peleg
$K_2$	Constante de Peleg
L	Litro
mL	mililitros
min	minutos
n	número de dados observados;
P	Erro relativo médio
RGA	Razão de Ganho de Água
t	Tempo de hidratação
$U_t$ , $U_e$ e $U_0$	Teor de água, em base seca, em função do tempo de reidratação, de equilíbrio e inicial, respectivamente.
$x_n$	Valores das variáveis independentes para os modelos de 1° e 2° ordem
$X_{(t)}$	Umidade em base seca
$X_0$	Umidade inicial
Y	Valor observado experimentalmente;
$\bar{Y}$	Valor estimado pelo modelo;
y	Valores da variável dependente para os modelos de 1° e 2° ordem

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ixxi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	19
2.1 - Objetivo Geral .....	19
2.2 - Objetivos Específicos.....	19
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
3.1 - Histórico, Composição Química e Produção do Amendoim.....	20
3.2 - Cinética de Hidratação em Grãos .....	21
3.2.1 - <i>Modelagem de Hidratação</i> .....	22
3.3 - Extrato Hidrossolúvel de Amendoim .....	22
3.4 - Métodos de Obtenção do Extrato Hidrossolúvel .....	23
3.5 - Proteína do Amendoim .....	25
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	26
4.1 - Local dos Experimentos e Matéria Prima.....	26
4.3 - Processo de Hidratação do Grão.....	26
4.4 - Processo de Obtenção do Extrato Hidrossolúvel de Amendoim.....	29
4.4.1 - <i>Planejamento Experimental</i> .....	29
4.4.2 - <i>Obtenção do Extrato</i> .....	31
4.4.3 - <i>Quantificação da Proteína Bruta</i> .....	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34



5.1 - Cinética de Hidratação do Amendoim.....	34
5.2 - Extrato Hidrossolúvel de Amendoim.....	38
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>7. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>48</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em razão de sua constituição, a nível de componentes formadores do grão e nutrientes, o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) apresenta-se capacitado para ser utilizado em diferentes segmentos, agregando valor ao mesmo.

Mari et al. (2013) reforça este princípio, ao destacar o amendoim como sendo uma cultura oleaginosa, apresentando em seu estudo o referido grão com potencial para a produção de biocombustível, na perspectiva das energias renováveis.

Em termos alimentícios, tem-se que a inserção de produtos que promovam hábitos saudáveis à população tem sido uma busca bastante frequente nos dias atuais. Além disso, o aproveitamento de matérias primas alimentícias nutricionalmente ricas para a produção de derivados igualmente semelhantes ao que lhes deu origem, tem recebido todo um enfoque e aplicação.

Um exemplo é o extrato hidrossolúvel de amendoim, que apresenta-se justamente como uma alternativa à alimentação humana, obtido a partir da matriz vegetal citada, permitindo o seu consumo tanto na forma *in natura*, como atrelado a outras formulações. É o caso da sua utilização na merenda escolar, quando adicionado de saborizantes, tipo chocolate, goiaba, morango, etc., podendo torna-se muito agradável o seu consumo, especialmente se servido gelado, vindo, por consequência, a ter uma boa apreciação por parte do público alvo. Além disso, sub produtos oriundos da obtenção do referido extrato, tal como o resíduo resultando da etapa de filtração do mesmo, apresentam potencial de aproveitamento para a elaboração de outros insumos.

Tem-se ainda a cinética de hidratação, para a qual compreender a absorção de água em leguminosas durante o processo é de extrema importância, já que é deste mecanismo que depende a qualidade final do produto (TURHAN *et al.*, 2002; JIDEANI; MPOTOKWANA, 2009).

É o que ocorre para uma espécie vegetal similar ao amendoim, a soja, onde segundo Bayram et al. (2004), uma operação de hidratação na fase inicial do processamento da mesma diminui o tempo de cozimento e melhora a aparência e o grau de desnaturação da proteína.

Diante disso, faz-se relevante estudar o comportamento do grão de amendoim, submetido a um processo cinético de hidratação, em diferentes temperaturas experimentais empregadas, permitindo ainda o aproveitamento de tal espécie vegetal para a obtenção de uma preparação alimentícia, que é o extrato hidrossolúvel, apresentando um respaldo positivo não só nas características alimentares e nutricionais, sendo também interessante no âmbito econômico, ao englobar baixo custo e facilidade de adquirir-se a matéria-prima, bom rendimento do produto final, demanda de investimento relativamente pequeno para a obtenção do extrato, dentre outros fatores.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

Estudar a cinética de hidratação e obtenção do extrato hidrossolúvel do grão de amendoim 'Havana'.

### **2.2 - Objetivos Específicos**

- Estudar a cinética de reidratação do grão de amendoim nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90°C;
- Verificar se o método matemático de Peleg se ajusta de forma significativa aos dados obtidos para a cinética de hidratação do amendoim, nas diferentes temperaturas empregadas no processo.
- Estudar o processo de obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim, por meio de um planejamento fatorial, com delineamento composto central rotacional, tendo por variáveis de entrada a temperatura de extração e razão mássica grão:água;
- Avaliar a diminuição do tempo de hidratação do grão a partir do processo cinético empregado.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Histórico, Composição Química e Produção do Amendoim

Em termos classificatórios, tem-se que o amendoim enquadra-se dentro da família das leguminosas, subfamília *Papilionacea*, gênero *Arachis*. São cerca de 69 espécies, sendo a *Arachis hypogaea* Lineu, o amendoim comum, a mais conhecida e amplamente cultivada em todos os países com clima tropical, e tem como característica a produção subterrânea de sementes (PRETTI, 2010).

Suas origens remetem ao território sul americano, já que, segundo documentação arqueológica, de 3800 a 2900 a.C., o amendoim teve seu início a Leste dos Andes, e desde então não se sabe quantos anos ou séculos ao certo o mesmo vem sendo domesticado pelo homem (INFORMATIVO TÉCNICO, 2015). No século XVII, contudo, houve a introdução desta cultura na Europa. Adiante, já no século XIX, difundiu-se do Brasil para a África e do Peru para as Filipinas, China, Japão e Índia, sendo hoje conhecido e apreciado em quase todos estes países (PRETTI, 2010).

Em se tratando da composição química para o referido grão, tem-se que, segundo dados dispostos na tabela brasileira de composição de alimentos (TACO), em sua 4ª edição, para uma porção de 100 gramas de amendoim cru, apresentam-se teores para umidade (6,4%), proteína (27,2 g), lipídeos (43,9 g), carboidratos (20,3 g), fibra alimentar (8 g) e cinzas (2,2 g). Além disto, são também significativas as quantidades da vitamina B3 (10,18 mg), e dos minerais fósforo (407 mg), potássio (580 mg) e zinco (3,2 mg).

No que diz respeito a produtividade do referido grão, tem-se que a nível mundial, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estimou, para a safra de 2012/2013, um valor para produção de 36,7 milhões de toneladas, sendo liderada pela China, responsável por 43,5% desse total, seguido pela Índia, com 15,7%, e os Estados Unidos, com 5,8%, tendo um consumo previsto na ordem de 35,4 milhões de toneladas.

A nível de Brasil, também em se tratando do fator produção, e segundo dados da mesma CONAB, fez-se estimado, para a safra de 2015/2016, de acordo com dados referentes ao nono levantamento realizado por este órgão, referente a junho de 2016, um total de 410,1 mil toneladas, com liderança da região Sudeste, produzindo a

mesma 386 mil toneladas, seguida do Nordeste (3,8 mil toneladas), Norte (3,4 mil toneladas) e Centro-Oeste (0,4 mil toneladas).

Trazendo para a realidade local, tem-se que o Nordeste é o segundo maior centro consumidor de amendoim no Brasil, com uma demanda regional superior a 50 mil toneladas de vagens/ano. O Estado da Bahia, principal produtor com 80% da área cultivada na referida região, é também o polo com maior relevância no consumo de amendoim, seguido de Pernambuco que, embora produza pouco para atender sua demanda, concentra o cultivo desta oleaginosa nas regiões da Zona da Mata Norte e no Vale do São Francisco, onde nesta última é conduzido sob condições irrigadas (MELO FILHO; SANTOS, 2010).

Para estas regiões, onde as adversidades climáticas são expressivas, o amendoim representa uma alternativa agrícola viável devido ao fácil manejo, ciclo curto e mercado receptivo. De maneira geral, com algumas exceções encontradas na Bahia, o amendoim no Nordeste é praticado por pequenos produtores, cujas atividades do manejo são desenvolvidas pela própria família, que procedem ao cultivo de forma solteira ou consorciada com o milho, no período das águas (MELO FILHO; SANTOS, 2010).

### **3.2 - Cinética de Hidratação em Grãos**

Segundo o que aborda Fracasso (2011) em seu estudo, tem-se que para um cultivar semelhante ao amendoim, no caso a soja, o processo de umidificação modifica a textura característica dos grãos e a extração de proteína. As mudanças na textura são devido à absorção de água durante a umidificação afetando a subsequente moagem e o processo de extração. Uma operação de hidratação na fase inicial do processamento da soja diminui o tempo de cozimento e melhora a aparência e o grau de desnaturação da proteína.

Por se tratar de um processo cinético, a hidratação de grãos envolve também a chamada modelagem matemática. Portanto, tem-se que na literatura encontram-se dispostos diversos modelos matemáticos que expressam tal processo, podendo estes ser de característica empírica ou fenomenológica.

. Os modelos empíricos, apesar de normalmente não possuírem uma fundamentação teórica são, em geral, mais simples e de fácil aplicação visto que estão

fundamentados na análise de dados experimentais, na análise dimensional e na análise estatística; por sua vez, os modelos fenomenológicos baseados em teorias e leis, são mais complexos e envolvem parâmetros que refletem, com boa aproximação, o sentido físico do sistema podendo esses parâmetros também serem obtidos no intuito de representar o sistema real (LISBÔA, 2015).

### 3.2.1 - Modelagem de Hidratação

Peleg (1988) propôs um modelo empírico e não exponencial (Equação 1) e o ajustou a dados de literatura de absorção de água em leite em pó e arroz, obtendo coeficientes de correlação da ordem de 0,95 a 0,99 (COUTINHO et al., 2005).

Este modelo também foi testado por Sopade; Obekpa (1990) para a absorção de água em soja e amendoim, conseguindo representar satisfatoriamente os dados experimentais com coeficiente de correlação equivalente.

$$X(t) = X_0 + \frac{t}{K_1 + K_2 t} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que  $X(t)$  teor de água do grão em função do tempo (b.s.),  $X_0$  teor de água inicial do grão (b.s.),  $t$  o tempo do processo de reidratação e  $K_1$  e  $K_2$  são constantes do modelo.

Este é um modelo de três parâmetros, onde  $K_1$  é inversamente relacionado à umidade de equilíbrio e  $K_2$  é inversamente relacionado à taxa inicial de absorção de água. A equação é uma soma quando o processo envolve absorção, e uma subtração quando o processo envolve dessorção (FRACASSO, 2011).

### 3.3 - Extrato Hidrossolúvel de Amendoim

Os extratos vegetais podem ser utilizados como substitutos do leite, sendo uma alternativa viável, em razão dos seus valores nutricionais, bem como ao baixo custo de produção. As bebidas à base de extratos vegetais (soja, arroz, milho, castanha, etc) são chamadas também de “leites vegetais”. Essas bebidas são utilizadas em

casos de alergia à proteína do leite de vaca e em casos de intolerância à lactose (OLIVEIRA, 2013).

O preparo do extrato hidrossolúvel de amendoim como alimento, envolve um estudo que já percorre um considerável espaço de tempo, chegando a mais de 50 anos, tendo a pesquisa chinesa relevante destaque.

A ênfase dada foi para a obtenção de uma bebida barata e muito nutritiva. O desafio da tecnologia deu-se na ordem de melhorar a estabilidade das propriedades sensoriais e o tempo de conservação do extrato, usando tratamentos físicos e químicos, e ainda à suplementação e adição de sabores aos produtos, para melhorar sua aceitação pelos consumidores (KOUANE et al., 2005).

Diante disto, tem-se que pesquisas importantes vem sendo desenvolvidas neste âmbito, constituindo importante referencial para o desenvolvimento de presentes e futuros trabalhos dentro do tema. É o caso de Pretti (2010), que em seu estudo traz uma abordagem a respeito da elaboração do extrato hidrossolúvel de amendoim, não fermentado, e também submetido ao processo de fermentação láctica, usando de diferentes condições para obtenção dos mesmos.

Também neste sentido, Lopes (2012) conduz pesquisa a cerca da elaboração de produtos a base de amendoim, de forma mais ampla, realizando preparo, sob parâmetros previamente definidos, com conseqüente caracterização química, física e sensorial, não só dos extratos hidrossolúveis, nas suas formas fermentada e não fermentada, mas também valendo-se da farinha do resíduo de amendoim, proveniente este justamente da obtenção do extrato, para produção de hambúrguer, agregando ainda mais valor.

Tem-se ainda o abordado por Albuquerque (2012), ao produzir o extrato hidrossolúvel de amendoim, atrelando-o, por meio de diferentes formulações, a polpas de umbu e goiaba.

### **3.4 - Métodos de Obtenção do Extrato Hidrossolúvel**

A escolha do método de obtenção do extrato hidrossolúvel é uma condição fundamental para minimizar ou até mesmo evitar situações indesejáveis no processamento tecnológico. Isto porque, dependendo do que for empregado, resultados desagradáveis do ponto de vista sensorial podem se fazer acontecer.



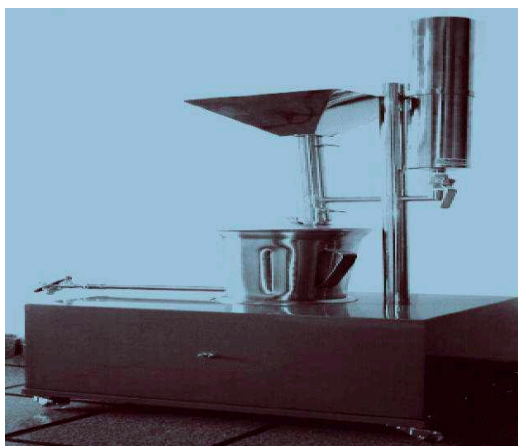
Esta problemática é recorrente no extrato hidrossolúvel de soja, para o qual a aceitabilidade junto aos consumidores é baixa, devido ao sabor característico de feijão cru ou de um produto rançoso. Isso ocorre por causa da auto oxidação dos ácidos graxos poli insaturados ou da ação enzimática das lipoxigenases, que formam os compostos voláteis responsáveis pelos sabores descritos (MORAIS; FREITAS; CAVALCANTE, 2009; PEREIRA et al., 2009).

Verdadeiramente válida é a condição de que baixos custos de obtenção, aliados a facilidade de emprego do método e boa rentabilidade, benefícios estes importantes, devem ser primados ao desenvolver-se o processo produtivo, garantindo, em contrapartida, o poder de compra e a apreciação por parte do consumidor.

Em termos de equipamentos, não existem máquinas para a produção doméstica ou industrial do extrato de amendoim, havendo apenas, e comparativamente, para a produção de extrato de soja, tornando-se imprescindíveis o desenvolvimento, a avaliação e validação de um aporte para produção de extrato de amendoim, adotando-se procedimentos sistemáticos para a realização do processo de seu desenvolvimento. (BARROS NETO et al., 2014)

Diante pois desta iminente necessidade, Barros Neto et al. (2014), propuseram-se a desenvolver, avaliar e validar uma máquina para a produção de extrato de amendoim a ser utilizado por grupos escolares em merenda escolar, em programas de distribuição a famílias de baixa renda, associações de produtores rurais e em institutos de idosos, firmando-se, então, como algo muito expressivo e louvável de ser aplicado e explorado tanto a nível de pesquisa científica, como também no campo social.

**Figura 1-** Máquina para obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim



**Fonte:** Barros Neto et al. (2014)

### **3.5 - Proteína do Amendoim**

As proteínas de origem animal apresentam digestibilidade bastante alta; a de leguminosas cruas é geralmente muito baixa, melhorando com cozimento, autoclavagem, tostagem ou outras formas de tratamento térmico. Os inibidores de proteases são um dos principais responsáveis pela baixa digestibilidade, além da deficiência em aminoácidos sulfurados. (OETTERER et al., 2006)

Neste contexto, tem-se que as proteínas que compõem os grãos de amendoim são importantes para uma dieta alimentar equilibrada, mesmo apresentando deficiência em lisina e aminoácidos sulfurados. Dentre os aminoácidos essenciais, os teores de isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina, valina e histidina superam, consideravelmente, o padrão estabelecido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), demonstrando a auto suficiência desse alimento nesses aminoácidos (SANTOS et al., 2006)

Em relação aos aminoácidos não essenciais, que constituem a maior parte da fração protéica, destacam-se os ácidos glutâmico e aspártico e a arginina que compõem cerca de 45% do total de aminoácidos (FREIRE et al., 2005).

De acordo ainda com o disposto por Ferreyra (2003), mais de 75% das proteínas do amendoim são consideradas globulinas, cuja fração principal é a araquinina, as quais têm a solubilidade favorecida pela exposição dos aminoácidos polares à fase aquosa.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

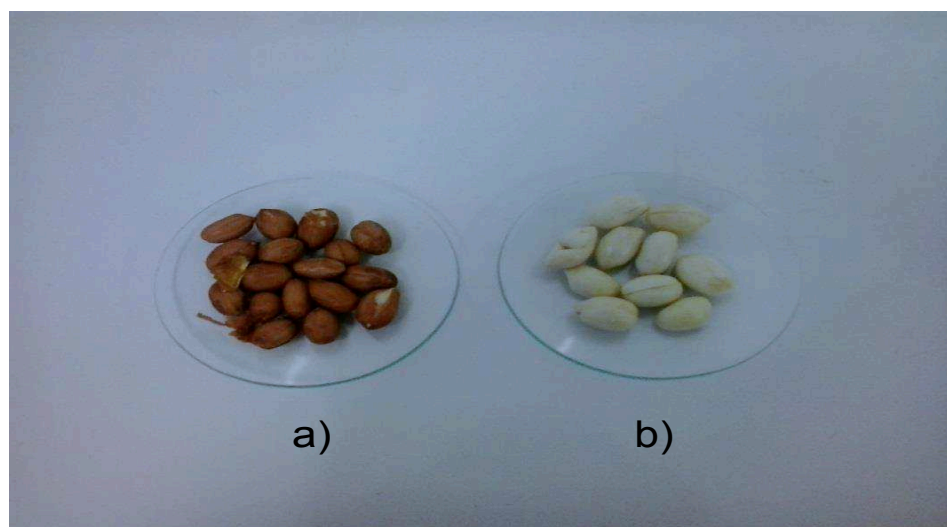
### 4.1 - Local dos Experimentos e Matéria Prima

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte (LOUFT), Laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados e Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos, pertencentes ao CCTA/UFCG. A matéria prima utilizada nos experimentos foi o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), variedade 'havana', o qual foi adquirido em comércio da cidade de Campina Grande, Paraíba, sem vagem, com casca, ensacado em pacotes de 500 g.

### 4.2. - Hidratação do Grão

O processo de hidratação dos grãos de amendoim foi conduzido em banho termostático (Solab modelo SL-150), nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C. Para o experimento utilizou-se recipientes de polipropileno de 500 mL, como suporte para os grãos, e copos tipo becker de 1 L para conter a água utilizada no processo de reidratação.

**Figura 2** - a) Grão de amendoim *in natura*; b) Grão de amendoim hidratado



**Fonte:** Autor (2015)

Para o processo de hidratação, conduzido em triplicata, pesou-se 50 gramas dos grãos e utilizou-se uma quantidade de água em relação aos grãos de 1:10, em massa. Os grãos foram alocados nos recipientes de plástico, perfurados em sua base para permitir a penetração da água, e conduzidos ao banho termostático, no qual foi-se previamente introduzida uma quantidade de 2 L de água. Visando justamente a umidificação da matriz vegetal, os reatores contendo os grãos ficaram submersos no interior do copo tipo becker, contendo 500 mL de água filtrada cada um, para uma melhor sustentação dos mesmos, estando estes apoiados sobre uma base metálica, já disposta no próprio equipamento. À medida que o volume de água contido nos beakers, com o decorrer do tempo de experimento, diminuía, o mesmo ia sendo completado para o inicial.

**Figura 3** - Processo de hidratação dos grãos de amendoim: (a) amostras, (b) reatores para reidratação, (c) banho termostático e (d) drenagem dos grãos



**Fonte:** Autor (2015)

Periodicamente, o recipiente de plástico contendo os grãos foi retirado, sendo a água drenada e o excesso de água dos grãos removido com o auxílio de papel toalha para serem pesados, em balança analítica (Shimadzu modelo AUY 220), com precisão de 4 casas decimais, afim de se avaliar o processo de reidratação. O processo de hidratação foi conduzido até que a massa dos grãos, para as quatro temperaturas em estudo, ficasse constante.

O teor de água, em base seca, para os tempos de experimento, foi aferido mediante relação matemática envolvendo a massa dos grãos hidratados, nos diferentes intervalos de tempo, para as diferentes temperaturas empregadas, e a massa seca, calculada baseando-se na massa e no teor de água iniciais do grão de amendoim.

Com o registro do ganho de massa, bem como o teor de água, em base seca, dos grãos, foi possível determinar a razão de ganho de água (RGA) (Equação 2), a qual foi utilizada para a construção das curvas da cinética de hidratação.

$$RGA = \frac{U_t - U_0}{U_e - U_0} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que  $U_t$  representa o teor de água, em base seca, em função do tempo de hidratação,  $U_e$  o teor de água de equilíbrio e  $U_0$  o teor de água inicial.

Para a representação do comportamento das curvas de hidratação, utilizou-se o modelo matemático de Peleg (Equação 3), para a descrição do processo.

$$X_{(t)} = X_0 + \frac{t}{K_1 + K_2 t} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que  $X(t)$  teor de água do grão em função do tempo (b.s.),  $X_0$  teor de água inicial do grão (b.s.),  $t$  tempo do processo de hidratação (min.) e  $K_1$  e  $K_2$  são constantes do modelo.

Visando identificar a representatividade do modelo matemático empregado, em relação a descrever o comportamento das curvas de reidratação, obtidas por meio do programa computacional Origin, versão 8.0, utilizou-se como critério de seleção o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), gerado pelo software estatístico Statistica, versão

5.0, e o erro médio relativo (P), sendo este último calculado através da Equação 4, descrita por Resende; Corrêa (2007).

$$P = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{Y - \bar{Y}}{Y} \right| \quad (\text{Equação 4})$$

Em que Y corresponde ao valor observado experimentalmente,  $\bar{Y}$  ao valor estimado pelo modelo e n ao número de dados observados.

#### 4.4 - Processo de Obtenção do Extrato Hidrossolúvel de Amendoim

##### 4.4.1 - Planejamento Experimental

Para o processo de obtenção do extrato do grão de amendoim, utilizou-se um planejamento experimental com delineamento composto central rotacional  $2^2$ , com 4 pontos centrais. Com este planejamento, objetivou-se avaliar a influência das variáveis razão mássica grão:água (m/m) e temperatura de extração ( $^{\circ}\text{C}$ ) sobre a variável de resposta teor de proteína bruta (%).

O planejamento permitirá a avaliação dos efeitos das duas variáveis sobre a resposta, e identificará se um modelo matemático de 1ª ordem (Equação 5) ou de 2ª ordem (Equação 6) descreve o comportamento dos dados experimentais e, ainda, permitiu identificar as condições em que um maior teor de proteína bruta será obtido.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \varepsilon \quad (\text{Equação 5})$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_1 x_1^2 + \beta_2 x_2 + \beta_2 x_2^2 + \beta_3 x_3 + \beta_3 x_3^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \varepsilon \quad (\text{Equação 6})$$

Em que  $\beta_n$  são as constantes do modelo,  $x_n$  os valores das variáveis independentes e y a variável dependente.

Na Tabela 1, encontram-se, respectivamente, os níveis reais e codificados (valores) das variáveis razão grão:água e temperatura de trituração que foram

utilizados no processo de obtenção do extrato hidrossolúvel. Os níveis reais foram estabelecidos mediante pesquisa na literatura especializada.

**Tabela 1** - Níveis reais e codificados das variáveis de entrada empregados na produção do extrato hidrossolúvel de amendoim

Variáveis de entrada	Níveis				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Razão grão:água (m/m)	1:2,7	1:4	1:7	1:10	1:11,2
Temperatura de trituração (°C)	19,6	30	55	80	90,3

Na Tabela 2 encontra-se apresentada a matriz de planejamento experimental, conduzida em laboratório para a obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim. O experimento foi realizado em duas matrizes, sendo que em cada experimento da matriz utilizou-se de triplicatas.

**Tabela 2** - Razão grão:água e temperaturas de trituração utilizadas na obtenção dos extratos hidrossolúveis de amendoim

Experimentos	Razão Grão:Água (m/m)	Temperatura de Trituração (°C)
1	4,0 (-1)	30,0 (-1)
2	4,0 (-1)	80,0 (+1)
3	10,0 (+1)	30,0 (-1)
4	10,0 (+1)	80,0 (+1)
5	2,7 ( $-\alpha$ )	55,0 (0)
6	11,2 ( $+\alpha$ )	55,0 (0)
7	7,0 (0)	19,6 ( $-\alpha$ )
8	7,0 (0)	90,3 ( $+\alpha$ )
9	7,0 (0)	55,0 (0)
10	7,0 (0)	55,0 (0)
11	7,0 (0)	55,0 (0)
12	7,0 (0)	55,0 (0)

Para analisar estatisticamente os resultados obtidos, utilizou-se o software Statistica, versão 5.0 (STATSOFT, 1997), por meio do qual foi possível obter o gráfico de Pareto, o modelo matemático para a representação dos dados experimentais, validar o modelo matemático por meio da análise de variância (ANOVA) e pelo gráfico de valores previstos versus valores observados, e gerar os gráficos de superfície de resposta ou curvas de nível.

O gráfico de Pareto foi utilizado para avaliar os efeitos das variáveis sobre as respostas em estudo. A ANOVA dos modelos gerados valida se o mesmo representa e prediz com precisão o processo. Os gráficos de superfície de resposta e curvas de nível representam graficamente o modelo matemático obtido e indicam o perfil das variáveis independentes sobre as respostas em estudo. O modelo matemático ainda foi avaliado quanto a significância de sua regressão ao nível de 95% de confiança, ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e falta de ajuste (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

#### **4.4.2 - Obtenção do Extrato**

Os extratos hidrossolúveis de amendoim foram obtidos segundo as condições apresentadas na Tabela 2, utilizando-se de 50 g de grãos, em duplicata. Previamente à obtenção do extrato hidrossolúvel, os grãos foram branqueados por duas vezes consecutivas em água potável da rede pública duplamente filtrada, em filtro de carvão ativado tipo CIII e PIII, e em filtro de polietileno tipo PI. Ambos os branqueamentos foram conduzidos em água a 100 °C, por 5 minutos, com razão grão:água de 1:20.

Finalizado o branqueamento, os grãos foram encaminhados para a obtenção do extrato hidrossolúvel, conforme condições estabelecidas na Tabela 2. A trituração foi efetuada em liquidificador, do tipo industrial, marca FAK, sendo que neste processo usou-se também de água filtrada, oriunda do sistema de filtros a base de carvão ativado, tendo-se fixado, para todas as condições de razão grão:água e temperatura descritas, o tempo de trituração de 5 minutos.

Realizada a trituração, seguiu-se a filtração do processado obtido, utilizando-se, para isto, de peneira em aço inox, com malha de 60 mesh, abertura de 0,250

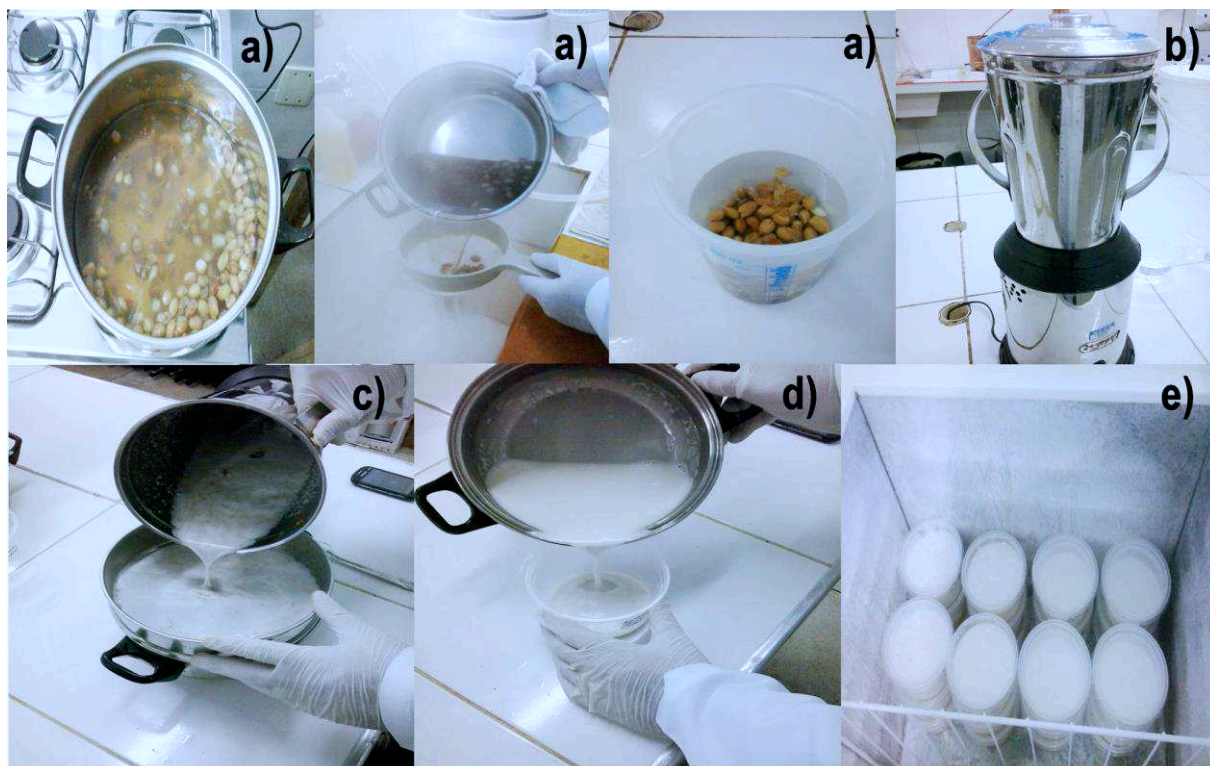


micrometros, recolhendo-o em uma panela metálica de alumínio. O filtrado é considerado o extrato hidrossolúvel de amendoim.

Após atingir a temperatura ambiente, o extrato hidrossolúvel foi envasado em potes plásticos descartáveis com tampa, capacidade de 500 mL cada, levando-se em consideração as duas repetições inicialmente definidas, dividindo-se em quantidades iguais nos recipientes.

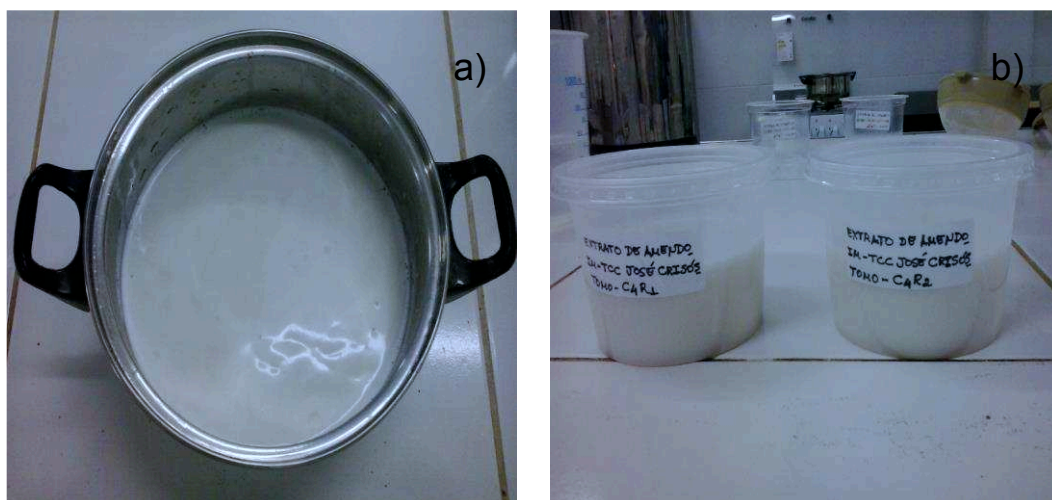
Logo após, promoveu-se o seu armazenamento, de modo refrigerado, em freezer horizontal, visando a melhor conservação do produto obtido.

**Figura 4** - Etapas de obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim: (a) branqueamento, (b) trituração, (c) filtração, (d) envase e (e) armazenamento refrigerado



Fonte: Autor (2015)

**Figura 5** - a) Extrato hidrossolúvel de amendoim b) Extrato hidrossolúvel envasado em potes de plástico



**Fonte:** Autor (2015)

#### 4.4.3 - Quantificação da Proteína Bruta

A quantificação do teor de proteína bruta para os extratos hidrossolúveis obtidos no presente estudo, foi realizada por meio do método de micro-Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Angelucci et al. (1987), com algumas modificações.

Inicialmente, adicionou-se, nos tubos de Kjeldahl, 0,1 g de mistura catalítica e 0,5 g de amostra, ambas pesadas em balança analítica, além de 5 mL de ácido sulfúrico, submetendo tal conjunto a um processo de digestão, por meio de bloco digestor (New Lab modelo NL 23101), tendo o mesmo durado, para todos os extratos, em torno de 7 horas, até que as amostras tornaram-se transparentes, característico do completo consumo da matéria orgânica.

Na etapa de destilação, utilizou-se de um destilador de nitrogênio (Marklabor modelo NK/Inox). Aos tubos contendo a amostra digerida, foram adicionados 5 mL de água destilada e 20 mL de hidróxido de sódio 40%. Em erlenmeyers de 125 mL, foram previamente adicionados 30 mL de ácido bórico 4%, 6 gotas de verde de bromocresol e 4 gotas de alaranjado de metila. Erlenmeyers estes que foram conduzidos ao equipamento, para captura do destilado, proveniente dos tubos de Kjeldahl, recolhendo em torno de 45 mL deste, promovendo assim a mudança de coloração de laranja para verde.

Seguidamente ao processo destilatório, ocorreu a titulação, utilizando-se nesta de ácido clorídrico 0,1 M, até viragem da cor de verde para alaranjado.

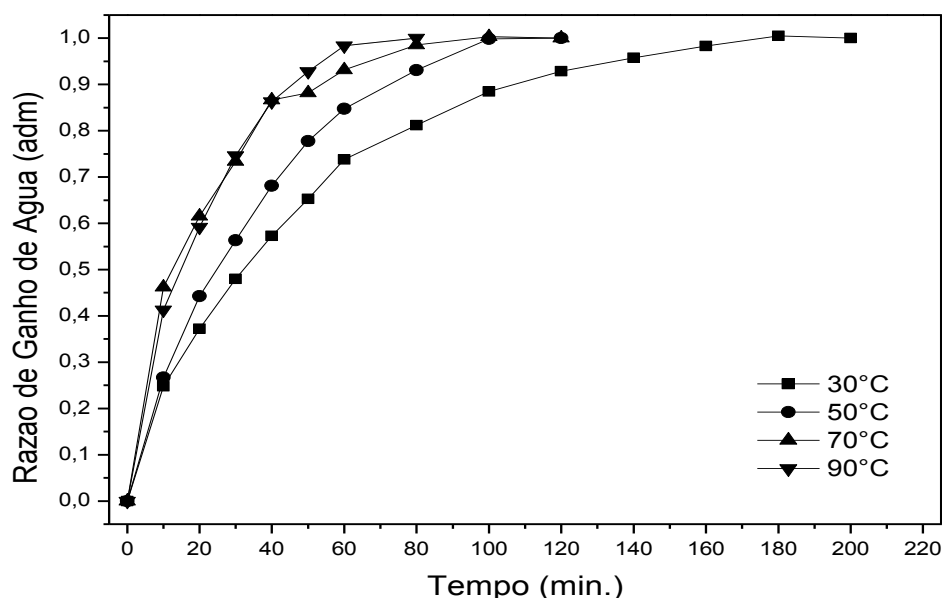
## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Cinética de Hidratação do Amendoim

O grão de amendoim assume um comportamento característico de produtos agrícolas, já que exibe uma alta taxa de absorção de água no início do processo, tendendo a mesma a diminuir e estabilizar com o tempo, à medida que o teor de água do produto se aproxima do equilíbrio (Figura 6). Isso pode estar relacionado às características morfofisiológicas do grão, especialmente no que diz respeito as estruturas que o compõem.

Ao provocar-se um aumento na temperatura, tem-se o ganho de água pelo grão tende a tornar-se maior, ocasionando também a diminuição do tempo de experimentação.

**Figura 6** - Razão de ganho de água (adm) durante o processo de hidratação do amendoim, em diferentes tempos (min.), nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C



Justamente é o que pode ser observado no presente estudo. Para uma temperatura mais branda (30°C), o tempo experimental foi maior, e a absorção de

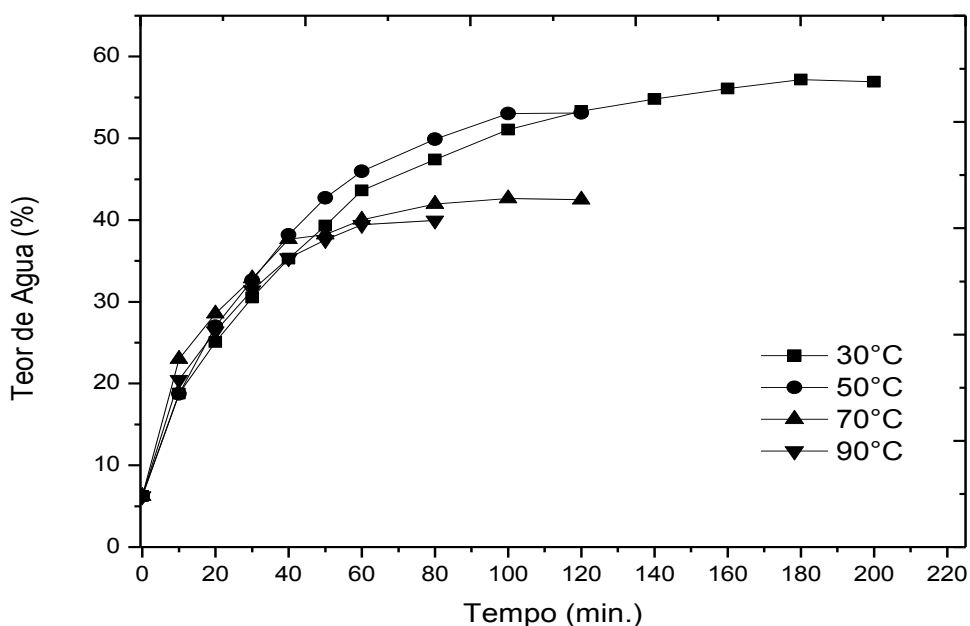
água foi menor, estabilizando-se em torno de 0,97, já que a característica ganho de água varia de 0 a 1. Elevando-se esta condição de temperatura para outros níveis (50, 70 e 90 °C), percebe-se uma maior taxa de ganho de água, alcançando o máximo de 1, em decorrência de um tempo inferior, demonstrando assim a efetividade do processo cinético.

Em contrapartida, porém, vale ressaltar-se que o uso de temperaturas mais elevadas na cinética de hidratação em matrizes vegetais, pode vir a causar o extravasamento, para o meio aquoso, de componentes nutricionais importantes nestas presentes, tais como pigmentos.

Na Figura 7, relacionam-se os valores para o teor de água, em função do tempo de hidratação.

No intervalo de 0 a 50 minutos, os teores de água, para as temperaturas estudadas mantiveram-se com valores próximos, partindo-se de um teor de água inicial de 6,22%. A partir deste período, contudo, ocorreu uma condição inversa. Para temperaturas menores (30 e 50 °C), o teor de água mostrou-se superior. Elevando-se a mesma, tal característica apresentou redução. Esta circunstância certamente pode ser explicada pelo fato de que ao submeter-se o amendoim a temperaturas altas, fez-se com que o mesmo reduzisse sua capacidade de absorver água, rapidamente saturando-se.

**Figura 7** - Teor de água (%) durante o processo de hidratação do amendoim, em diferentes tempos (min.), nas temperaturas de 30, 50, 70 e 90 °C



Para a temperatura de 30°C, o tempo experimental foi de 200 minutos, com uma variação para o teor de água de 6,22 a 56,93%. Em 50°C, para um tempo de 120 minutos, tal variação correspondeu a 6,22 até 53,12%. Nos 70°C, percebe-se que a mesma foi inferior, já que decorrida experimentação nesta temperatura por 120 minutos, tempo similar ao de 50°C, o teor de água variou entre 6,22 e 42,50%. Para 90°C, muito embora o tempo de experimento tenha sido de 80 minutos, alcançou-se um teor de água superior ao encontrado para 70°C, variando de 6,22 a 43,52%, num leve aumento.

Em 30 °C, observa-se um maior teor de água, num intervalo de tempo experimental igualmente maior, haja vista a mesma estar abaixo da temperatura de gelatinização do amido presente no grão, fazendo com que o mesmo não saturasse em um tempo menor. Contudo, problemas relacionados a fermentação dos grãos podem ocorrer, mediante um maior período de tempo experimental. Na literatura, ocorrem diferentes proposições por parte dos autores para tal temperatura de gelatinização de grãos. De acordo com Sayar et al. (2001), a mesma é acima de 55°C. Já para Rosenthal; Silva (1997), tal componente fica em torno de 60°C. Para a temperatura de 50 °C, condição que se aproxima do que preconizam tais autores, percebe-se que o grão apresentou elevado teor de água, entretanto, em um tempo de processo menor, em razão da gelatinização do amido presente no mesmo, não permitindo a absorção de água .

No que se refere a 70 e 90 °C, que se encontram acima das temperaturas de gelatinização descritas, observa-se que o teor de água foi menor, em decorrência também de um tempo inferior, justamente em função da gelatinização provocada no amido dos grãos, alcançando mais rapidamente a saturação. Depreende-se ainda que em 70°C, a absorção de água se estabiliza em torno de 80 minutos, máximo alcançado ao empregar-se 90 °C na hidratação, sendo preferível portanto utilizar-se daquela em relação a esta, para evitar-se a desnaturação da proteína, decorrente de uma temperatura muito elevada.

Resultados semelhantes ao obtido no presente estudo foram verificados por Botelho (2009), que ao estudar a absorção de água em grãos de milho, obteve, quanto ao parâmetro teor de água, perfis cinéticos semelhantes aos observados no presente estudo, para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C. Contudo, os teores de água nos

diferentes tempos de experimentação, para o mesmo, foram superiores aos abordados neste trabalho, tendo variado, aproximadamente, de 18 até 70%.

Igual condição de aceitação pode ser tomada também ao assemelhar-se o presente estudo com o desenvolvido por Corrêa et al. (2010), ao realizarem análise da hidratação do arroz na parboilização, obtendo, mediante as temperaturas empregadas (35, 45, 55 e 75°C), valores para o teor de água variando de 15 até cerca de 100%.

Na Tabela 3, encontram-se estabelecidos os valores estatisticamente verificados para parâmetros referentes ao método de Peleg.

**Tabela 3** - Parâmetros estatísticos para o método de Peleg, em diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	K1	K2	R <sup>2</sup>	P (%)
30	71,47	1,55	0,997	1,75
50	63,55	1,52	0,996	1,58
70	38,08	2,36	0,995	1,74
90	49,81	2,25	0,996	1,76

Analisando-se os dados expostos e estatisticamente estabelecidos para o modelo empírico de Peleg, tem-se que as quatro temperaturas utilizados neste estudo cinético de hidratação, fizeram-se significativas para o método matemático empregado, levando-se em consideração que nas mesmas, os valores para os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) foram todos acima de 0,99, o que caracteriza expressiva confiabilidade aos resultados. Fracasso (2011), ao estudar a cinética de hidratação em grãos de soja, para cultivares convencionais e transgênicos, obteve valores para o parâmetro em questão bastante semelhantes aos obtidos neste trabalho. Para a cultivar convencional BRS 232, o coeficiente de determinação foi de 0,999, para a temperatura de 35°C, 0,968, para a temperatura de 55°C, e 0,994, para a temperatura de 65°C. Já para a cultivar A7321, transgênica, para as mesmas condições de temperatura citadas (35, 55 e 65 °C), R<sup>2</sup> assumiu valores, respectivamente, de 0,996, 0,992 e 0,995.

A constante de Peleg  $K_2$  é inversamente relacionado à umidade de equilíbrio, enquanto que  $K_1$  é inversamente relacionado à taxa inicial de absorção de água (GOWEN et al., 2007). Desta forma, tem-se que os valores encontrados para  $K_1$  no presente estudo foram similares aos obtidos por Ferraz (2008), sendo inferior apenas na temperatura de 70°C, que ao estudar sobre a cinética de hidratação em ervilhas, aferiu para os mesmos, nas temperaturas de 45, 65 e 85 °C, de modo respectivo 70,81, 41,31 e 40,32. Em relação a  $K_2$ , igual relação de similaridade fez-se estabelecer, levando-se em consideração também o mesmo trabalho, tendo sido os mesmos, para as temperaturas citadas (45, 65 e 85 °C), sequencialmente de 0,82, 1,19 e 0,90, inferiores a todos os obtidos neste trabalho.

Valores superiores para  $K_1$  em relação a esta pesquisa foram verificados por Lisbôa et al. (2015), ao desenvolverem cinética de hidratação em grãos de alpiste, que para as temperaturas empregadas (25 e 40 °C), corresponderam, ordenadamente a 239,07 e 200,14. Já para  $K_2$ , ocorreu aproximação entre os resultados do estudo citado e a presente produção, tendo os mesmos correspondido, para as temperaturas em questão, aos valores de 2,62 e 1,98, nesta ordem.

Com relação ao erro relativo médio (P), pode-se afirmar que, para todas as temperaturas empregadas, este parâmetro fez-se significativo, pois foi consideravelmente inferior a 10%. Comparativamente, tem-se a pesquisa desenvolvida por Resende; Corrêa (2007), que ao realizarem processo de hidratação em sementes feijão, obtiveram, para as temperaturas de 30, 40 e 50 °C, valores de P correspondentes a 0,81, 0,93 e 0,69, respectivamente, sendo estes menores que os aferidos para o presente estudo.

Volpe et al. (2014), estudando a cinética de hidratação em grãos de arroz, verificaram, para as temperaturas de 35, 55 e 65 °C, valores de erro médio relativo referentes a 1,67, 2,31 e 5,23, sendo estes, para as temperaturas de 55 e 65°C, superiores aos obtidos para todas as temperaturas utilizadas neste estudo.

## **5.2 - Extrato Hidrossolúvel de Amendoim**

A Tabela 4 corresponde a matriz do planejamento experimental, com os respectivos valores observados para o teor de proteína bruta dos extratos hidrossolúveis de amendoim.



O modelo matemático de 2° ordem foi o que melhor se ajustou aos dados obtidos experimentalmente, tendo um efeito estatisticamente significativo sobre a quantidade de proteína bruta, sendo representado pela seguinte equação:

$$\text{TPB (\%)} = 10,407 - 1,675 R + 0,084 R^2 - 0,0078 T$$

Partindo-se de um teor inicial médio de proteína do grão de amendoim utilizado nesse estudo, correspondente a 27,4%, tem-se que o experimento onde empregou-se razão grão:água de 1:2,7 e temperatura de trituração a 55°C, apresentou-se como sendo aquele onde observou-se o maior valor para o teor proteico, na duplicata. Isto pode ser explicado pelo fato de que ao utilizar-se de menos água na preparação do extrato, em relação a massa de grãos, a tendência é que os nutrientes tornem-se mais concentrados, gerando assim um melhor aproveitamento destes, mediante o processo de solubilização. Reforçam tal ideia os extratos hidrossolúveis obtidos com uma maior quantidade de água, correspondente as razões 1:10 e 1:11,2, nos quais o teor de proteína fez-se inferior a 3%, nas duas repetições. Para aqueles onde utilizou-se de razões grão:água menores (1:2,7 e 1:4), faz-se possível o congelamento dos mesmos, na forma de polpa, para posterior consumo, adicionado ou não de flavorizantes.

**Tabela 4** - Matriz do planejamento experimental

Experimentos	Razão Grão:Água (m/m)	Temperatura de Trituração (°C)	Teor de proteína bruta (%)	
			R1	R2
1	4,0	30,0	5,04	4,47
2	4,0	80,0	5,11	5,75
3	10,0	30,0	2,22	1,97
4	10,0	80,0	1,99	2,05
5	2,7	55,0	7,03	5,83
6	11,2	55,0	2,46	2,08
7	7,0	19,6	2,49	2,30
8	7,0	90,3	3,25	3,32
9	7,0	55,0	3,23	3,04
10	7,0	55,0	3,83	3,14
11	7,0	55,0	3,92	3,05
12	7,0	55,0	2,42	2,69

Mediante o disposto na Tabela 4, constata-se que os extratos hidrossolúveis de amendoim obtidos no presente estudo, apresentaram valores para o teor de

proteína bruta nas duas repetições avaliadas, desejavelmente aceitáveis, em 7 das 12 condições experimentais para razão grão:água e temperatura de trituração estabelecidas, alcançando ou superando o mínimo preconizado para este parâmetro, que é de 3%, segundo padrão de identidade e qualidade para produtos a base de soja (BRASIL,1978), haja vista a ausência de uma legislação específica para produtos derivados do amendoim.

A temperatura de trituração também teve influência na quantidade de proteína final do extrato hidrossolúvel. Na razão grão:água 1:7, diferentes respostas fizeram-se acontecer, considerando-se este parâmetro. Quando a mesma foi branda (19,6°C), o teor protéico fez-se inferior, não alcançando o mínimo de 3%, em nenhuma das duas repetições. Tendo-se promovido a elevação desta temperatura para 90°C, percebe-se que a quantidade de proteína aumentou, superando os 3% nas duas repetições, conceituando assim a adequação de razão grão:água não muito alta, a um aumento do fator temperatura, para melhor solubilizar os componentes nutricionais do grão, na extração.

Com relação aos pontos centrais, condizentes também a razão grão:água de 1:7, porém a uma temperatura de 30°C, tem-se que dos quatros experimentos correspondentes a esta condição, três deles demonstraram teor de proteína superior a 3%, o que representa expressiva significância sobre o parâmetro estudado, junto aos extratos hidrossolúveis. Compreende-se ainda, para os extratos produzidos nesta razão grão:água (1:7), para as quais alcançou-se o mínimo de 3% de proteína, o consumo direto do mesmo é interessante, por conter mais água, adicionado ou não de flavorizantes.

A nível de literatura, alguns trabalhos desenvolvidos no âmbito da obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim, ou de uma espécie a este muito semelhante, no caso a soja, colaboram positivamente com os resultados obtidos no presente estudo. É o caso de Lopes (2012), que ao desenvolver pesquisa a cerca de produtos a base de amendoim, obteve valores para a quantidade de proteína, no extrato hidrossolúvel, nas razões grão:água 1:5, 1:6, 1:7 e 1:8, a uma temperatura de trituração na ordem de 97°C, respectivamente de 3,47, 2,93, 2,85 e 2,46%, bastante semelhante ao obtido neste estudo para as razões 1:7 a 19,6°C, 1:10 e 1:11. Já para os extratos hidrossolúveis fermentados, nas mesmas razões grão:água e temperatura empregadas, o teor proteico fez-se correspondente a 3,75, 3,48, 3,00 e 2,96%,

aproximando-se dos resultados encontrados neste trabalho, para a razão grão:água de 1:7, nas temperaturas de 55°C e 90,3°C.

Cezar et al. (2014), ao desenvolverem bebidas a base de amendoim, enriquecidas com polpas de umbu e goiaba, obtiveram, para uma razão grão:água de 1:8, valor para proteína nos extratos hidrossolúveis adicionados da polpa de umbu, correspondente a 2,80%. Já para aqueles nos quais ocorreu a adição de polpa de goiaba, o teor proteico foi de 2,40%

Ao desenvolverem pesquisa referente a uma bebida mista de soja e uva, Brunelli; Venturini Filho (2012), obtiveram quantidade de proteína para o extrato hidrossolúvel preparado, a uma razão grão:água de 1:2, igual a 3,23%, sendo este bastante inferior ao encontrado neste estudo, para semelhante razão, e também ao obtido para a proporção grão: água 1:4, nas diferentes temperaturas.

Similaridade pode ser igualmente constatada com os dados dispostos no estudo desenvolvido por Jaekel et al. (2010), que mediante a elaboração de bebidas com diferentes proporções de soja e arroz, quantificaram valores para proteína, nas três diferentes formulações utilizadas em termos dos extratos (30% de soja e 70% de arroz), (50% de soja e 50% de arroz) e (70% de soja e 30% de arroz), respectivamente de 1,06, 1,49 e 2,10%, sendo estes inferiores aos encontrado para todas as razões grão:água, nas diferentes temperaturas de trituração, estudadas nesta pesquisa.

Na Tabela 5, estão representados os coeficientes de regressão para o modelo matemático de 2° ordem, em relação ao teor de proteína bruta dos extratos hidrossolúveis de amendoim obtidos.

**Tabela 5** - Coeficientes de regressão associados ao modelo matemático codificado para o teor de proteína bruta nos extratos hidrossolúveis.

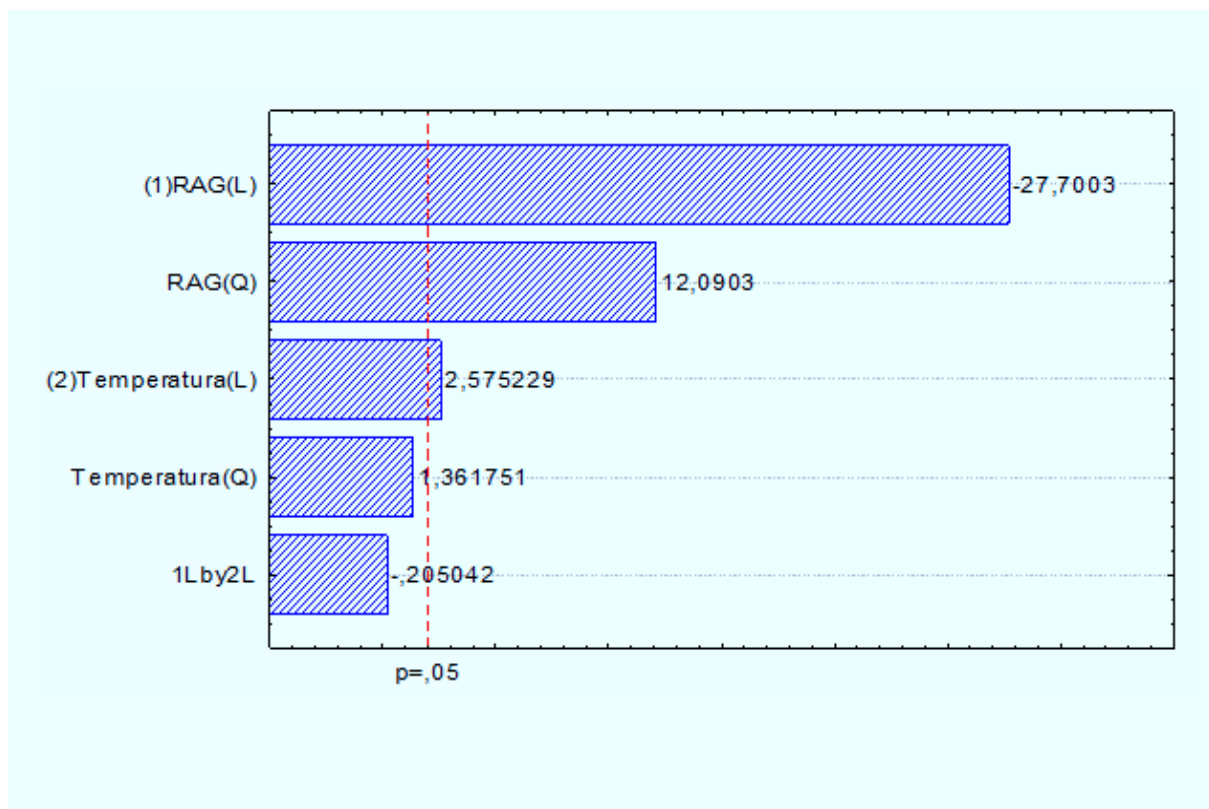
<b>Variáveis</b>	<b>Efeito</b>	<b>MS Erro puro</b>	<b>p</b>
RGA (L)	<b>767,30</b>	<b>114,61</b>	<b>0,00</b>
RGA (Q)	<b>146,17</b>	<b>21,83</b>	<b>0,00</b>
Temperatura (L)	<b>6,63</b>	<b>0,99</b>	<b>0,01</b>
Temperatura (Q)	1,85	0,277	0,17
RGA (L) x Temperatura (L)	0,04	0,006	0,83

De acordo com os dados apresentados, observa-se que os valores significativos estão em negrito, considerando-se um intervalo de confiança de 95%

( $p < 0,05$ ). A razão grão:água, na forma linear, foi a variável que apresentou efeito mais significativo sobre a quantidade de proteína bruta. Entretanto, a interação entre as formas lineares para a razão grão:água e a temperatura de trituração, não representou significância sobre a resposta em estudo (teor proteico).

Analisando-se o Diagrama de Pareto (Figura 8), verifica-se que a razão grão:água, na sua forma linear (L) foi a característica mais significativa sobre a resposta (quantidade de proteína bruta), porém com um efeito negativo. Tem-se ainda que a razão grão:água quadrática (Q), e a temperatura de trituração linear, também apresentaram influência significativa sobre o teor proteico dos extratos hidrossolúveis, com efeito positivo, a um nível de 95% de confiança.

**Figura 8** - Diagrama de Pareto para o efeito estimado de cada variável do planejamento experimental



Todavia, o fator temperatura, na sua forma quadrática, além da interação entre os componentes lineares para a razão grão:água e temperatura não obtiveram

significância para com o teor de proteínas dos extratos, também ao mesmo nível de probabilidade.

Observando-se o disposto na Tabela 6, constata-se que o modelo matemático de 2° ordem pode ser considerado preditivo, pois segundo Casarini; Ferrari (2010), como  $F_{\text{calculado}}$  foi superior a  $F_{\text{tabelado}}$ , tal condição se estabelece. Rodrigues; Iema (2005) preconizam ainda que quando a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$  for maior que 1, a regressão é estatisticamente significativa, ou seja, há relação entre as variáveis independentes e dependentes, consideração válida para o presente estudo.

**Tabela 6** - Análise de Variância (teste F) para proteínas presentes no extrato hidrossolúvel de amendoim, em diferentes concentrações

PARÂMETROS	G.L.	S.Q.	Q.M.	$F_{\text{cal}}$	$F_{\text{tab}}$	$F_{\text{cal}}/F_{\text{tab}}$	$R^2$
<b>Regressão</b>	5,00	137,72	27,54	170,49	2,36	72,23**	0,928
<b>Resíduo</b>	66,00	10,66	0,16				
<b>Falta de Ajuste</b>	3,00	1,25					
<b>Erro Puro</b>	63,00	9,41					
<b>Total</b>		148,39					

\*\* significativo a 5% ( $p < 0,05$ ) de probabilidade

Mediante os resultados apresentados, pode-se afirmar que a análise de variância para o teor proteico obtido experimentalmente, nas diferentes condições empregadas, revelaram valor de F altamente significativo, tendo em vista que o mesmo, para a relação  $F_{\text{cal}}/F_{\text{tab}}$  foi muito maior que o valor para o  $F_{\text{tab}}$ .

Valor de F este que fez-se superior ao encontrado por Albuquerque (2012), ao trabalhar com a produção do leite de amendoim e estudo da aflatoxina durante o armazenamento, obtendo, para este parâmetro, 31,38, em relação a quantidade de proteína, nos diferentes tratamentos empregados. Neste mesmo estudo, para o extrato de amendoim enriquecido com polpas de umbu e goiaba, acondicionado em temperatura ambiente, o valor de F, para as diferentes formulações utilizadas, foi de 41,96, sendo também menor que o encontrado no presente trabalho.

Pretti (2010), ao também desenvolver estudo acerca da produção do extrato hidrossolúvel de amendoim, em termos do conteúdo de proteína presente no mesmo, obteve valores de F, para as temperaturas empregadas (75°C e 97°C) respectivamente de 3,74 e 3,57, sendo os mesmos bastante inferiores ao obtido no trabalho em questão. Para a proporção grão:água, condição semelhante fez-se

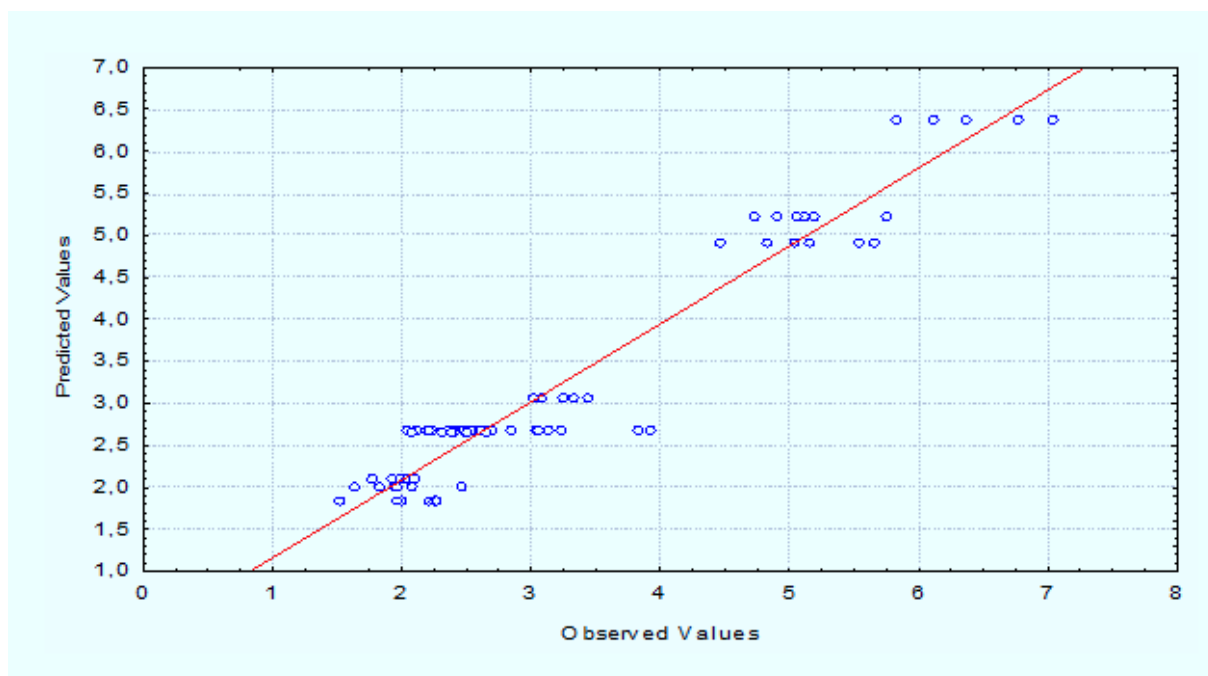
acontecer, ao considera-se que diante das razões usadas (1:5 e 1:8), os valores de F corresponderam a 4,22 e 3,10, nesta ordem.

No tocante ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ), tem-se que o mesmo satisfatoriamente validou a análise de regressão realizada, por ter sido superior a 90%. Entretanto, tal componente poderia ter apresentado uma maior significância, já que valores acima de 99% apresentam um limiar de confiança mais aceitável.

Na Figura 9, encontram-se graficamente relacionados e representados os valores preditos e observados na experimentação, referentes ao objeto de estudo (teor de proteína).

Os valores preditos pelo sistema relacionaram-se favoravelmente com os valores observados nos experimentos realizados, para o teor proteico dos extratos hidrossolúveis. Tal validação pode ser confirmada estatisticamente ao verificar-se o comportamento dos mesmos frente a linha de tendência que os associa, haja vista a grande maioria dos pontos estarem próximos entre si e da mesma.

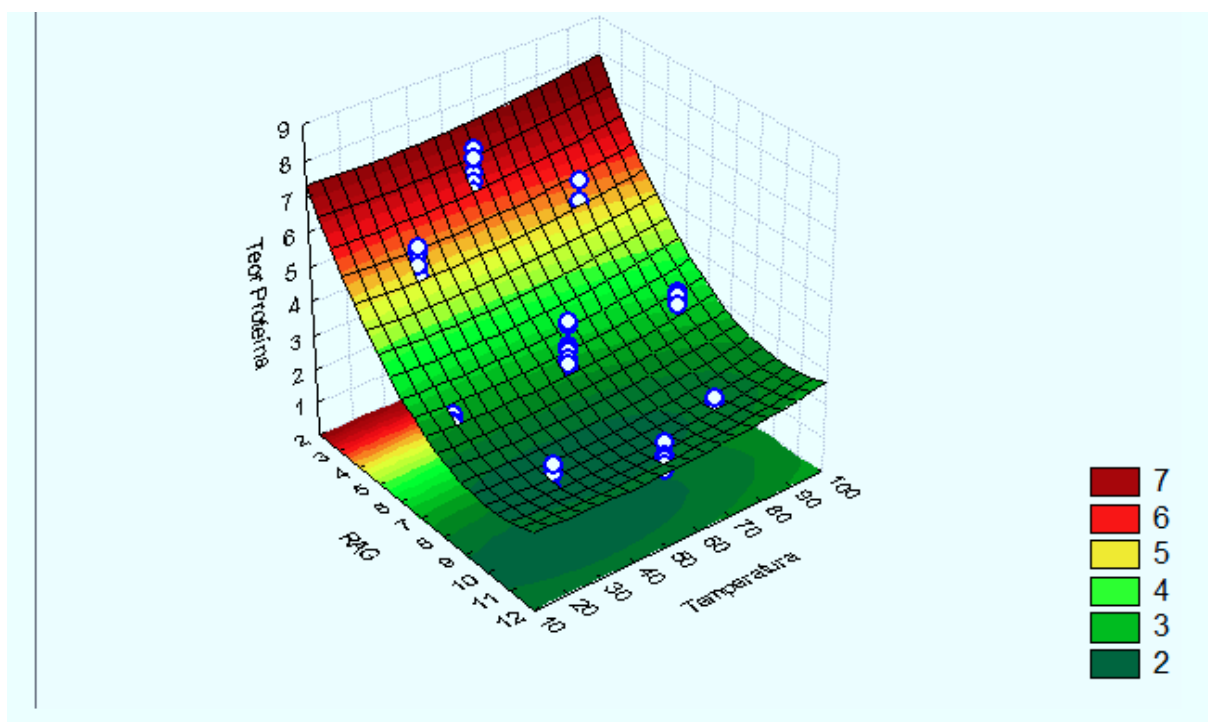
**Figura 9** - Valores preditos versus valores observados, referentes ao extrato hidrossolúvel de amendoim



Ressalta-se ainda que o erro puro para esta correlação respalda positivamente a mesma, pois o mesmo aproximou-se bastante de zero, o que é importante e expressivo.

A Figura 10 representa o gráfico da superfície de resposta para o teor proteico dos extratos hidrossolúveis de amendoim.

**Figura 10** - Superfície de resposta para o teor de proteína presente nos extratos hidrossolúveis de amendoim



No perfil das variáveis independentes sobre as respostas em estudo, depreende-se, para o presente trabalho, que quando os parâmetros razão grão:água e temperatura foram menores, o teor proteico dos extratos de amendoim fez-se maior, o que pode ser constatado através dos pontos na região em vermelho no gráfico, caracterizando assim uma relação de proporcionalidade inversa.

Isto pode ser explicado pelo fato de que utilizando-se de menos água para produzir os extratos, os nutrientes, focando neste caso específico na proteína, não sofrem consideráveis percas deste componente para o meio aquoso, aumentando sua quantidade. Justamente o que se faz expresso e graficamente comprovado para as razões 1:2 e 1:4, situadas na região anteriormente citada.

Esta mesma condição pode devidamente ser averiguada também para a temperatura, tendo em vista que quando a mesma foi aplicada de forma mais branda (30-55°C), reações menos bruscas de aquecimento ou pré-cozimento foram evitadas nos grãos, fazendo os mesmos, por tal submissão, alcançarem nesta faixa estabelecida um teor proteico mais acentuado.



## **6 - CONCLUSÕES**

A cinética de hidratação do grão de amendoim 'Havana' fez-se muito importante, por demonstrar a efetividade na razão média de ganho de água e o teor de água, além dos ganhos decorrentes do processo, especialmente em termos da massa.

O modelo matemático de Peleg ajustou-se de forma significativa aos dados experimentais obtidos, conceituando de forma positiva a cinética de hidratação realizada.

Em 7 das 12 condições experimentais empregadas, observou-se teores de proteína bruta superiores a 3%, valor indicado na legislação específica.

O método de obtenção do extrato hidrossolúvel de amendoim mostrou-se prático, de baixo custo e com alto rendimento de extrato.

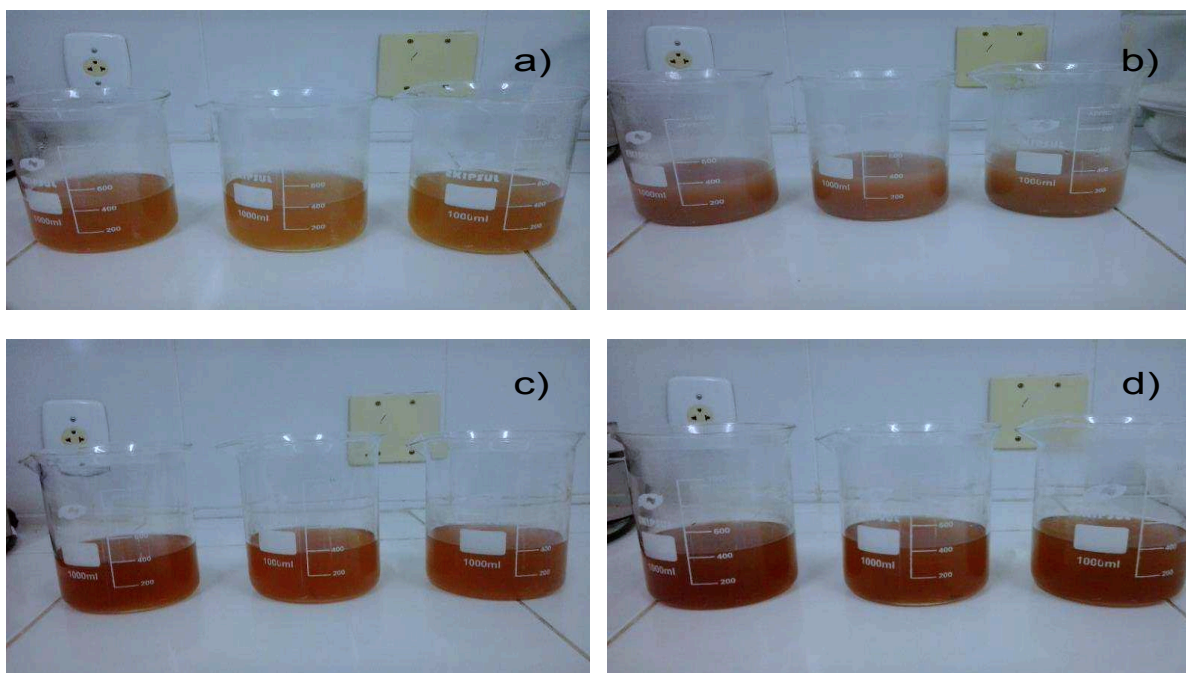
## 7- SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Trabalhar com o amendoim, é abrir-se a uma gama de possibilidades de aplicação para o referido grão, não só na sua forma in natura, mas também a partir de sub produtos obtidos a partir do mesmo.

O presente estudo deixa bem claro esta evidência, já que tanto para a cinética de hidratação, como para a elaboração do extrato hidrossolúvel, vertentes aqui abordadas, elementos oriundos destes processos apresentam todo um âmbito de exploração, vindo a gerar interessantes projetos de pesquisa.

Relacionado a hidratação, tem-se a água utilizada na experimentação, que demonstrou apresentar um considerável grau, visivelmente falando, de lixiviação de componentes, especialmente derivados da casca do amendoim, provavelmente os chamados compostos fenólicos, predominantemente antocianinas. Além disto, outros de igual interesse, como as proteínas e vitaminas, especialmente nas temperaturas mais elevadas, podem vir a sofrer desnaturação, com conseqüente perda. Tem-se ainda a possibilidade de aferição de valores para a condutividade elétrica do meio, para verificação do estresse eletrolítico.

**Figura 11** - Extravasamento de nutrientes presente na água de hidratação, nas diferentes temperaturas: a) 30 °C, b) 50 °C, c) 70 °C e d) 90 °C



Fonte: Autor (2015)

Em termos da preparação do extrato de amendoim, um artefato a ser citado, proveniente da obtenção do mesmo, é o resíduo resultante da etapa de filtração, provavelmente e em igual proporção rico de nutrientes, com todo um requisito de ser aproveitado em outras receitas, tais como a elaboração de um “queijo” de amendoim, alguma massa alimentícia, tipo biscoito e pão, funcionando como um complemento nestes, dentre outros, situação esta muito favorável.

**Figura 12** - Resíduo proveniente da filtração do extrato aquoso de amendoim



**Fonte:** Autor (2015)

## 8 - REFERÊNCIAS

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

ANGELUCCI, E.; ARIMA, H. K.; MANTOVANI, D. M. B.; FIGUEIREDO, I. B. **Análise química de café.** Instituto de Tecnologia de Alimentos / Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas-SP, 1982. 85p.

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.** v.18, n.11, p.1165–1171, 2014.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, J.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1995. 401p.

BAYRAM, M.; KAYA, A.; ÖNER, M. D. Changes in properties of soaking water during production of soy-bulgur. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 221-230, fev. 2004a.

BOTELHO, F. M. **Absorção de água por grãos de milho com diferentes níveis de danificação mecânica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

BRASIL.. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 14, de 28 de junho de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 28 de junho de 1978. Disponível em:< [http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/14\\_78.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/14_78.htm) > Acesso em: 05 /08/ 2016.

BRASIL. Informativo Técnico. **O amendoim e seus benefícios**. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/197.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/197.pdf)> Acesso em: 02/07/2016).

BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização química e sensorial de bebida Mista de soja e uva. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 467-473, jul.- set. 2012

CASARINI, M. B.; FERRARI, R. AP. **Obtenção de mono e diglicerídeos via catálise química e enzimática**. 2010. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2010/artigos/RE10204.pdf>> Acesso em: 12/10/2016

CEZAR, N. M.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; BARROS, E. M.; OLIVEIRA, M. C. T. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de duas bebidas elaboradas a base de amendoim. **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Campo Grande, 2014.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Proposta de Preços Mínimos**. Safra 2013/2014, abril de 2013. Brasília: Superintendência de gestão da oferta – SUGOF. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_11\\_22\\_15\\_41\\_10\\_pm\\_vera\\_o\\_13\\_14.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_11_22_15_41_10_pm_vera_o_13_14.pdf)> Acesso em: 01/07/2016.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra Brasileira de Grãos**. Safra 2015/2016, nono levantamento, junho/2016. Brasília: Conab, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_09\\_16\\_49\\_15\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf)> Acesso em: 01/07/2016.

CORRÊA, P. C.; BOTELHO, F. M.; GONELI, A. L. D.; MARTINS, M. A.; BAPTESTINI, F. M. Análise da hidratação do arroz na parboilização. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(3): 713-718, jul.- set., 2010

COUTINHO, M. R.; OMOTO, E. S.; ANDRADE, C. M. G.; JORGE, L. M. M. Modelagem e validação da hidratação de grãos de soja. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.25, n.3, Campinas, jul. - set. 2005

FERRAZ, M. B. M. **Determinação de cinética de hidratação de ervilhas (*Pisum sativum*) desidratadas**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERREYRA, J.C. **Avaliação da funcionalidade e do efeito da lipofilização em proteínas da farinha totalmente desengordurada de amendoim (*Arachis hypogae* Lineu)**. 2003. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FRACASSO, A. F. **Cinética de hidratação de soja: estudo comparativo entre soja transgênica e convencional**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

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

GOWEN, A.; ABU-GHANNAM, N.; FRIAS, J. e OLIVEIRA, J. Influence of preblanching on the water absorption Kinetics of soybeans, **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 965–971, 2007.

JAEKEL, L. Z.; RODRIGUES, R. S.; SILVA, A. P. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(2): 342-348, abr.- jun., 2010

JIDEANI, V. A.; MPOTOKWANA, S. M. Modeling of water absorption of Botswana bambara varieties using Peleg's equation. **Journal of Food Engineering**, v. 92, p. 182 – 188, 2009.

KOUANE, D.; ZHANG, G.; GEN, J. Peanut milk and peanut milk based products production: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.46, p.405-423, 2005.

LISBÔA, J. F.; SILVA, J. N.; CAVALCANTI, M. T.; SILVA, E. M. C. A.; GONÇALVES, M. C. Análise da hidratação de grãos de alpiste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.218–223, 2015.

LOPES, G. A. Z. **Caracterização química, física e sensorial de produtos à base de amendoim**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012.

MARI, A. G.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; CABRAL, A. C.; JÚNIOR, A. M.; FRIGO, E. P. Amendoim (*Arachys hypogaea*) – uma cultura energética. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v.6, n.3, p.122-134, 2013.

MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no nordeste: situação atual e perspectivas. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vol. 7, p.192-208, 2010.

MORAIS, A. N. S.; FREITAS, H. M.; CAVALCANTE, E. M. **Aceitabilidade de bebida elaborada com extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju e suco concentrado de manga**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2009.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª edição. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161 p.

OETTERER, M.; REGITANO D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006

OLIVEIRA, V. C. D. **Alergia a proteína do leite de vaca e intolerância a lactose: uma abordagem nutricional e percepção dos profissionais da área**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

PELEG, M. An empirical model for the description of moisture sorption curves. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 4, p. 1216-1217 e 1219, 1988.

PEREIRA, M. O.; BAMPI, M.; RODRIGUES, F. T.; SANTA, O. R. D.; SANTA, H. S. D.; RIGO, M. Elaboração de uma bebida probiótica fermentada a partir de extrato hidrossolúvel de soja com sabor de frutas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, nº 3, set. - dez., 2009.

PRETTI, T. **Tecnologia para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produto fermentado**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C. Modelagem matemática do processo de hidratação de sementes de feijão. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 373-378, 2007

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. Campinas, SP, Casa do Pão Editora, 2005.



ROSENTHAL, A.; SILVA, J. L. Alimentos sob pressão. **Revista Engenharia de Alimentos**, v.14, p. 37-39, 1997.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. F.; REGO, G. M. BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1337-1339, 2006.

SAYAR, S.; TURHAN, M.; GUNASEKARAN, S. Analysis of chickpea soaking by simultaneous water transfer and water – starch reaction. **Journal of Food Engineering**, v. 50, p. 91 – 98, 2001.

SOPADE, P. A.; OBEKPA, J.A. Modelling Water Absorption in Soybean, Cowpea and Peanuts at Three Temperatures Using Peleg's Equation. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 4, p. 1085-1087, 1990.

STATSOFT, Inc. Statistica (Data Analysis Software System), Version 5, 1997. Statsoft. (1997). **Statistica for Windows 5.0.**, 1995. Computer program manual. Statsoft Inc., Tulsa.

TURHAN, M.; SAYAR, S.; GUNASEKARAN, S. Application of Peleg model to study water absorption in chickpea during soaking. **Journal of Food Engineering**, v. 53, p. 153-159, 2002.

VOLPE, T. C.; SANTOS, A. M. R.; JORGE, L. M. M.; JORGE, R. M. M. Estudo da cinética de hidratação e propriedades do grão de arroz durante o processo de parboilização. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Florianópolis, 2014.

