

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**

**VALIDADE DE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE**  
**DA CASTANHA-DO-BRASIL**

**JEANDSON DA SILVA CARNEIRO**

Sinop, Mato Grosso

Março de 2015

**JEANDSON DA SILVA CARNEIRO**

**VALIDADE DE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE  
DA CASTANHA-DO-BRASIL**

ORIENTADOR: EVALDO MARTINS PIRES

CO-ORIENTADORA: ROBERTA DE MARTINS NOGUEIRA

Dissertação apresentada ao PPGCAM como  
parte dos requisitos para obtenção do título  
de Mestre em Ciências Ambientais.

Sinop, Mato Grosso

Março de 2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

C289v Carneiro, Jeandson da Silva.  
Validade de métodos para determinação de umidade da castanha-do-brasil / Jeandson da Silva Carneiro. -- 2015  
36 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Evaldo Martins Pires.  
Co-orientadora: Roberta Martins Nogueira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2015.  
Inclui bibliografia.

1. Bertholletia excelsa. 2. Karl Fischer. 3. noz. 4. oxidação. I.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP – CUS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS NATURAIS HUMANAS E SOCIAIS - ICNHS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: O MÉTODO DE ESTUFA PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DA  
CASTANHA-DO-BRASIL**

AUTOR : Mestrando(a) Jeandson da Silva Carneiro

Ass: Jeandson da Silva Carneiro

Dissertação defendida e aprovada em 02/03/2015

### Composição da Banca Examinadora:

Profº. Dr. Evaldo Martins Pires  
Profª. Dra. Roberta Martins Nogueira  
Profª. Dra. Dênia Mendes de Sousa Valladão  
Profº. Dr. Marcio Arêdes Martins

### Assinaturas

Presidente Banca / Orientador: Dr. (a) Evaldo Martins Pires

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop

Coorientador. Dr. (a) Roberta Martins Nogueira

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop

Examinador Interno. Dr. (a) Dênia Mendes de Sousa Valladão

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop

Examinador Externo. Dr. (a) Marcio Arêdes Martins

Instituição: Universidade Federal de Viçosa

SINOP, 02/03/2015

Obs: por gentileza letra de forma e legível.

## SINOPSE

Avaliou-se a exatidão de métodos de estufa para determinação de umidade da castanha-do-brasil, e ajustou-se o tempo e a temperatura em estufa para uma determinação de umidade adequada deste produto pelo método de gravimetria, utilizando como referência, o método de Karl Fischer.

**Palavras-chave:** *Bertholletia excelsa*, Karl Fischer, noz, oxidação.

## DEDICO

*Primeiramente ao bom e sábio Deus por dar força, amparo, perseverança e coragem em toda a minha vida.*

*Aos meus avôs, Benedito Barbosa da Silva e Roque Ferreira Carneiro “in memoriam” pela proteção, carinho, bondade e momentos felizes que compartilhamos juntos.*

## OFEREÇO

*Ao meu pai Antônio José Queiroz Carneiro e minha mãe Jeani Araújo da Silva, pela vida, amor e verdadeiro exemplo de força, trabalho e dedicação. Ao meu irmão Angelo da Silva Carneiro e minha sobrinha Ingrid Oliveira Carneiro pelo amor e momentos de felicidades. A minha namorada Taiany Oliveira Kelly pelo amor, paciência e companheirismo...*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, força, saúde, amparo e pelas dificuldades que tive que enfrentar fazendo com que eu enxergasse que a vida, a família, a fé e os amigos são as coisas mais valiosas que temos.

À minha família, com muito carinho a minha mãe Jeani Araújo da Silva, meu pai Antônio José Queiroz Carneiro e meu irmão Angelo da Silva Carneiro pelo amor, carinho, proteção, respeito e incentivo.

À minha namorada Taiany Oliveira Kelly, pelo amor, companherismo, respeito e compreensão.

Às minhas avós, Saturnina Araujo da Silva e Semírames Angelica de Queiroz, pelos exemplos de amor, carinho, força e perseverança.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e ao Instituto de Ciências da Saúde (ICS), Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), e Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais (ICNHS), pelas condições oferecidas para o desenvolvimento de minhas atividades acadêmicas e de pesquisa.

Ao meu orientador, professor Evaldo Martins Pires, primeiramente pela amizade que construímos, pela confiança e por motivar-me e nortear-me desde o nosso primeiro contato. Agradeço também por todas as condições que gentilmente foram oferecidas para realização desse trabalho. E com palavras não sei como agradecer a paciência, orientações, oportunidades, sugestões e direcionamento para minha vida pessoal e profissional.

À minha co-orientadora Roberta Martins Nogueira pela amizade, confiança, paciência e pelas valiosas contribuições, que com elas, tornou este trabalho grandioso.

À professora Dênia Mendes de Souza Valladão, por “abrir as portas” do Laboratório de Controle de Qualidade e pelos auxílios, sugestões e orientações que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor Douglas dos Santos Pina, pela sua imensurável ajuda durante as análises de dados.

Aos Professores Rudy Bonfilio e Juliana da Silva Agostini, pelas contribuições fornecidas a este trabalho.

Ao Professor Paulo Sérgio Andrade Moreira pelo apoio e compreensão.

Ao Professor Domingos de Faria Júnior pelo apoio, compreensão e orientações.

Ao professor Marcio Arêdes Martins da Universidade Federal de Viçosa por aceitar participar da minha banca de dissertação.

Às colegas de trabalho Júlia, Débora, Caroline e Lucineide, pelo companheirismo e apoio.

Aos amigos próximos e distantes, com destaque para Clóvis Luiz de Moraes Manica, Simône Tasca Cargnin, Pedro Alexandre, e ao Luciano de Magalhães Monteiro pelo apoio oferecido nas coletas de dados.

Aos Demais colegas do laboratório de Energia e Pragas de Grãos Armazenados pelo apoio na realização desse trabalho.

À empresa Borello Alimentos pelo fornecimento da matéria prima básica para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos os professores e colegas dos Programas de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Zootecnia e Agonomia, pelo acolhimento e companheirismo durante o desenvolvimento do curso.

Aos que, em algum momento, contribuíram para o êxito desta pesquisa.

CARNEIRO, Jeandson da Silva, Universidade Federal de Mato Grosso, Março de 2015. **Validade de métodos para determinação de umidade da castanha-do-brasil.** Orientador: Evaldo Martins Pires. Co-orientadora: Roberta de Martins Nogueira.

## **RESUMO**

Vários são os métodos de determinação de umidade usando estufa, que podem ser citados, dessecação até peso constante, dessecação em temperatura de 105°C por 3 ou 24 horas, e outros. Contudo, a aplicação desses métodos para castanha-do-brasil pode resultar em valores inconsistentes, possivelmente por uma oxidação acentuada dos lipídeos. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a exatidão dos métodos de estufa recomendados pelos órgãos oficiais, e determinar os parâmetros corretos de uso do equipamento, como temperatura e tempo de exposição. Para isso, amostras foram levadas em estufas ajustadas em 85, 90, 95 e 105°C, pesadas a cada hora entre 3 e 12 horas e após 24 horas de exposição, e estes resultados, foram comparados com a titulação de Karl Fisher. A temperatura de 105°C, em qualquer tempo, recomendado como métodos padrões, reproduziram resultados superestimados. No entanto, não houve diferença significativa entre os valores de umidade obtidos em estufa a temperatura de 90°C por 6 horas, com aqueles obtidos pelo método de referência, permitindo-se concluir que a determinação de umidade de castanha-do-brasil em estufa nestas condições, pode ser realizada com a mesma exatidão e precisão que o método de Karl Fischer.

**Palavras-chave:** *Bertholletia excelsa*, Karl Fischer, noz, oxidação.

CARNEIRO, Jeandson da Silva, Universidade Federal de Mato Grosso, March, 2015.

**Validity of methods for determination of moisture content of Brazil nut.** Adviser: Evaldo Martins Pires. Co-adviser: Roberta de Martins Nogueira.

## **ABSTRAT**

Several are the of methods to determinate moisture content using oven, that can be cited, dissacation until constant weight, dissicate in a temperature of 105 °C during 3 or 24 hours, and others. However, applying these methods for Brazil nut, could result in inconsistent values, possibly by a sharp oxidation of lipids. Thus, the objective of this study was to evaluate the accuracy of the oven methods, recommended by the official agencies, and to determine the correct parameters to use oven, such as, temperature and time of exposure. For this purpose, samples were taken in ovens set at 85, 90, 95 and 105 °C and weighed hourly, between 3 and 12 hours and after 24 hours of exposure, and the results were compared to Karl Fisher titration. The temperature of 105 °C, in any time, recommended as standards methods, reproduced overestimated results. However, there was no significant difference between the moisture values obtained in oven at 90 °C for 6 hours with those obtained by the reference method, allowing to conclude that the determination of moisture content in Brazil nut samples, in oven under these conditions, can be performed with the same accuracy and precision of the Karl Fischer method.

**Keywords:** *Bertholletia excelsa*, Karl Fischer, nut, oxidation.

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| <b>RESUMO</b> .....  | viii |
| <b>ABSTRAT</b> .....   | ix   |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 11   |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 13   |
| <b>2.1. Amostras</b> .....   | 13   |
| <b>2.2. Determinação de umidade por titulação de Karl Fischer</b> .....  | 14   |
| <b>2.3. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa</b> .....   | 14   |
| <b>2.4. Adequação do método de estufa</b> .....  | 15   |
| <b>3. RESULTADOS</b> .....   | 16   |
| <b>3.1. Determinação de umidade por titulação de Karl Fischer</b> .....  | 16   |
| <b>3.2. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa</b> .....   | 16   |
| <b>3.3. Adequação do método de estufa</b> .....  | 19   |
| <b>4. DISCUSSÃO</b> .....  | 21   |
| <b>4.1. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa</b> .....   | 21   |
| <b>4.2. Adequação do método de estufa</b> .....  | 23   |
| <b>5. CONCLUSÃO</b> .....  | 24   |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 24   |
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....  | 28   |
| ANEXO A – Normas do Periódico Food Science and Technology, no qual está formatado o artigo. Disponível em: <a href="http://www.scielo.br/revistas/cta/pinstruc.htm">http://www.scielo.br/revistas/cta/pinstruc.htm</a> ..... | 29   |

## 1. INTRODUÇÃO

A castanha-do-brasil, fruto da *Bertholletia excelsa* H.B.K., uma planta nativa da Região Amazônica, é uma noz que apresenta um sabor muito agradável e fonte importante de nutrientes (Loureiro & Silva, 1968; Loureiro et al., 1979; Souza et al., 2004). Sua composição química centesimal é representada por 3,13% de umidade, 3,42% de carboidrato, 3,84% de cinzas, 8,02% de fibras totais, 14,29% de proteína, 67,30% de lipídeos e ainda 2,04 mg/Kg de selênio (Souza e Menezes, 2004). Além disso, apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados (85% da fração lipídica) (Ferreira et al., 2006), e é rica em aminoácidos essenciais, incluindo os aminoácidos sulfurados (Souza & Menezes, 2004).

No momento da coleta, a castanha-do-brasil apresenta aproximadamente 26,00% de umidade em base úmida (% b.u.) (Nogueira, 2011), que durante o beneficiamento, este valor passa para valores variando de 3,50 a 11,25% b.u. (Arrus et al., 2005), podendo apresentar 2,00% b.u. pronta para o consumo humano (Álvares et al., 2012). Independente de qual fase encontra-se o produto, é necessária uma metodologia adequada para analisar com segurança seu teor de água.

Ao estabelecer a umidade em sementes em geral, determina-se a quantidade de água disponível para reações de deterioração, e ainda, a possibilidade de interação com microrganismos, sendo o seu nível determinante na decisão sobre o momento de colheita, secagem, processamento e no armazenamento (Luz et al., 1993; Elias et al., 2009). No caso específico da castanha-do-brasil, por ser um produto que pesquisas básicas são ainda incipientes, ao determinar o teor de água em estufa, segundo recomendações para produtos do mesmo grupo alimentício, resultados não conformes têm acontecido, e por isso despertado interesse para este fato (Nogueira, 2011).

Como exemplo, a metodologia para determinar umidade em estufa a 105°C por 24 horas, recomendada na RAS (Regra de Análises de Sementes) pelo Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2009), Nogueira (2011) cita a possibilidade de que a utilização desse procedimento nestas condições pode resultar em valores incoerentes, em virtude da oxidação visível do produto pelo seu escurecimento, e alteração no sabor e odor. Dessa forma, a determinação de umidade da castanha-do-brasil com esta metodologia, e outras que exponham este produto a elevadas temperaturas, como o método NFTA (2006) ao recomendar estufa a 105°C por 3 horas, devem ser verificadas, devido ao alto teor de lipídeos que podem sofrer essa decomposição.

A oxidação lipídica em consequência da exposição a elevadas temperaturas, principalmente em produtos que apresentam alto teor dessa substância, aliado à presença de ácidos graxos insaturados, proporciona condição favorável à quebra da ligação insaturada, levando a formação de radicais livres, que são os iniciadores da reação de oxidação, formando aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonetos (Bobbio & Bobbio, 1992; Allen & Hamilton, 1994; Tomaino et al., 2005). Muitas dessas substâncias são voláteis, e por isso, a evaporação desses compostos juntamente com a água em estufa se torna evidente, podendo levar a uma redução acentuada de massa na pesagem pós exposição, e proporcionar a ocorrência de erros na determinação do teor de água do produto, por uma eliminação excessiva das substâncias voláteis oriundas da decomposição lipídica.

Deve-se levar em consideração que o método de estufa não é um procedimento específico para a água, mas sim para qualquer substância que vaporiza nas condições utilizadas, e como normalmente a água é o composto volátil majoritário, associa-se a perda de massa com o teor de umidade. Diante disto, para que a estufa reproduza resultados coerentes, este método deve ser ajustado para minimizar a eliminação de substâncias voláteis oriundas de degradação, e ainda, compensar de alguma forma a evaporação dessas substâncias, sendo um dos possíveis ajustes, a redução de temperatura e tempo de exposição do produto neste equipamento.

Desta forma, esforços devem ser concentrados para adequar a metodologia de estufa para determinar umidade da castanha-do-brasil, visto que se trata de uma metodologia recomendada por Brasil (2009) para ser utilizada como referência em calibração de métodos indiretos de umidade, que são métodos rápidos e por isso muito utilizado pelas indústrias. Então, ao permitir que o método de estufa reproduza resultados coerentes, permite também que os métodos indiretos calibrados tendo como parâmetro esta metodologia, apresentem resultados confiáveis.

Um método que elimina os efeitos indesejáveis da exposição do produto a altas temperaturas é o método por titulação de Karl Fischer, que baseia-se em reações químicas de oxido-redução que titula as moléculas de água contidas em um produto com o reagente de Karl Fischer, composto de  $I_2$ ,  $SO_2$  e uma base orgânica (Isengard, 2001). Por ser um método muito confiável, tem sido utilizado como referencial para verificar a validade de estufas para produtos vegetais (Tillman & Cícero, 1996; Benjamin, & Grabe, 1988). Assim, neste trabalho teve-se por objetivo avaliar a exatidão dos métodos de estufa recomendados pelo MAPA (Brasil, 2009) e NFTA (2006), e adequar este método para determinar o teor de água da castanha-do-brasil, utilizando-se a técnica de Karl Fischer como referência.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Energia e Pós-Colheita da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, Mato Grosso, Brasil.

### **2.1. Amostras**

As amêndoas de castanha-do-brasil foram obtidas de uma indústria processadora situada no município de Sinop, Mato Grosso, Brasil, que ao chegar ao laboratório, foram selecionadas por quarteamento, e a parte escolhida, triturada em processador industrial

(Spolu, Industrial, Itajobi, Brasil), e sua granulometria classificada em peneira nove mesh, utilizando o material que passou por esta abertura nos ensaios de determinação de umidade por Karl Fischer e estufa.

Os teores de água determinados nesta pesquisa foram obtidos ao acaso, ou seja, durante as etapas iniciais, intermediárias e finais de processamento da castanha-do-brasil na indústria, as amostras eram retiradas, de modo que as umidades obtidas compreendessem resultados baixos, médios e altos.

## **2.2. Determinação de umidade por titulação de Karl Fischer**

As medidas foram realizadas em titulador automático (Labindia, KAFI Automatic Karl Fischer Titrator V 2.06, Navi Mumbai, Índia), onde, amostras contendo entre 0,5 e 1g de castanha-do-brasil trituradas foram submetidas ao ensaio, em triplicata, para confirmação dos percentuais de umidade realizados em estufas. As amostras foram pesadas e transferidas para o frasco de titulação do aparelho, que logo o metanol anidro era adicionado para solubilização da água. Esse meio foi titulado com o reagente de Karl Fischer, e o fim da reação detectada automaticamente pelo equipamento.

## **2.3. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa**

Foram utilizadas quatro estufas com circulação forçada (Nova Ética, 400/ND, São Paulo, Brasil) ajustadas às temperaturas de 85, 90, 95 e 105 °C. Vinte repetições, contendo 15 gramas de castanha-do-brasil sem casca, triturada, foram colocadas em cápsulas metálicas com diâmetro de 6,5 cm e altura de 5,5 cm, e mantidos por 24 horas em estufa para cada uma das temperaturas citadas. A partir da terceira hora de exposição até a 12ª, foram realizadas as pesagens a cada hora, sendo a pesagem seguinte realizada na 24ª hora, que foi a última a ser realizada. Antes de cada pesagem, as amostras foram resfriadas naturalmente em dessecador,

e com base na diferença de massa obtida do início e do final de cada período e na massa da amostra, a umidade do produto foi calculada conforme a equação 1:

$$Umidade (\% b. u.) = \frac{Massa\ inicial\ (g) - Massa\ final(g)}{Massa\ Inicial\ (g)} * 100 \quad Eq. 1$$

Os dados obtidos nesta etapa foram comparados aos dados obtidos por titulação de Karl Fischer, e analisados por métodos de estatística descritiva, utilizando-se o gráfico do tipo Boxplot.

#### **2.4. Adequação do método de estufa**

A partir dos resultados do procedimento anterior, estabeleceu-se a condição ideal para determinação de umidade de castanha-do-brasil em estufa, ou seja, tempo, temperatura e tamanho da amostra que os ensaios deveriam ser repetidos para determinar a faixa de trabalho, confirmar a precisão (repetitividade e reprodutibilidade) e exatidão para adequação do método de estufa.

##### **Faixa de trabalho**

A faixa de trabalho de umidade foi obtida de modo natural, utilizando-se amostras oriundas de diferentes etapas do processamento, o que conferiu seis níveis diferentes de umidade, compreendendo teores baixo, médio e alto, umidades típicas de castanha-do-brasil na fase de coleta, processamento e comercialização respectivamente. Por se tratar de uma matriz alimentícia, bastante complexa, a manipulação proposital das amostras para a configuração de teores de umidade pré-selecionados tornou-se inviável.

##### **Precisão**

Para o ensaio de repetitividade, cinco repetições, em quatro níveis de umidade, com aproximadamente 15 gramas de castanha-do-brasil triturada nas cápsulas metálicas, foram

acondicionadas em estufa na temperatura e tempo determinados previamente, calculando-se por fim, o coeficiente de variação (cv). E para os ensaios de reprodutibilidade, o procedimento foi semelhante ao ensaio de repetitividade, no entanto, foi realizado em outros dois teores de umidades diferentes, alterando-se o profissional, estufa e balança, além de deixar a temperatura do laboratório em 5°C acima daquela dos ensaios anteriores.

### **Exatidão**

Para confirmar a exatidão, os resultados obtidos pelo método de estufa foram comparados com aqueles obtidos por titulação de Karl Fischer, utilizando-se o teste de Wilcoxon com  $\alpha < 0,05$ , e teste de correlação linear.

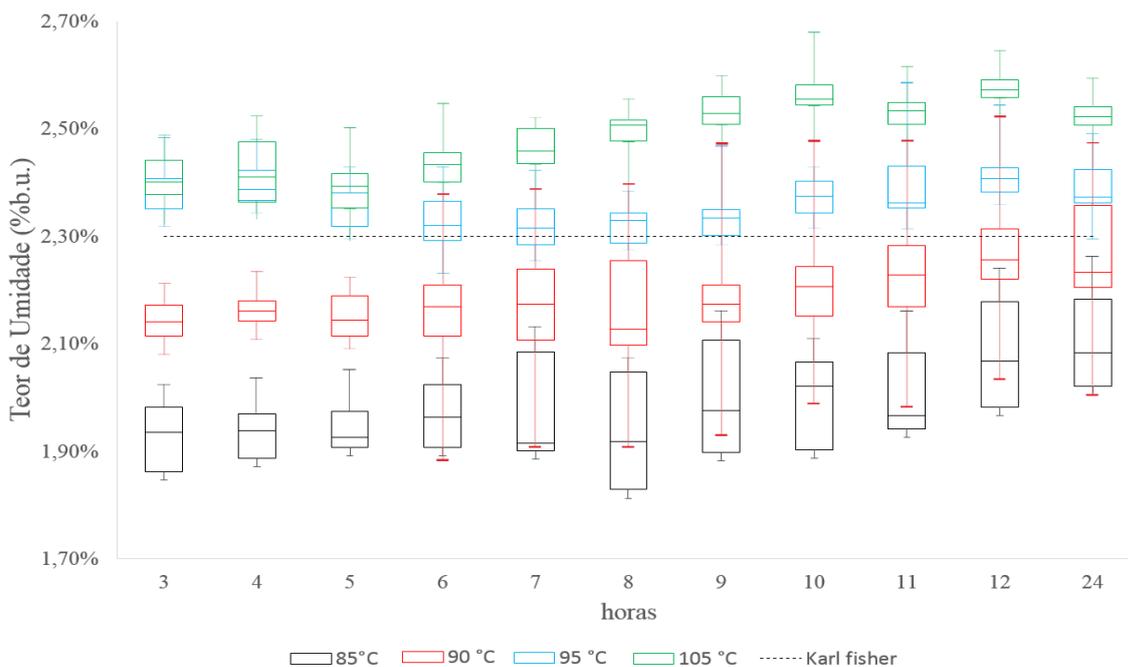
## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Determinação de umidade por titulação de Karl Fischer**

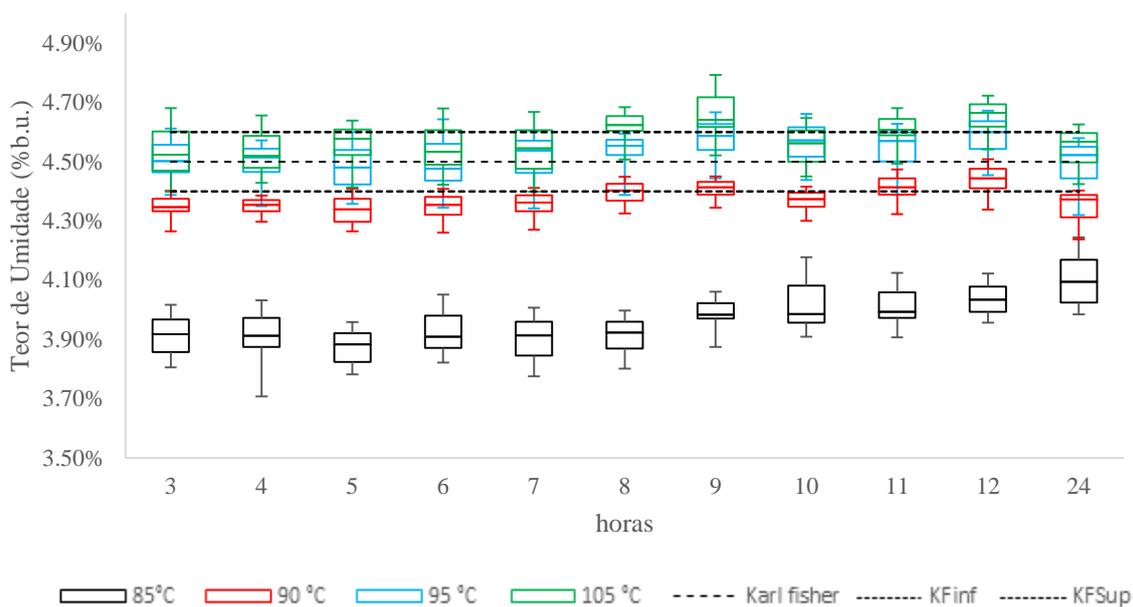
As cinco amostras de castanha-do-brasil, submetidas à titulação por Karl Fisher na fase de otimização, apresentaram teores de umidade de 2,30, 4,50, 7,25, e 23,10 % b.u. representados por linha tracejada nas Figuras de 1 a 4. Para a fase de adequação, os seis valores de umidade encontrados para esta técnica, apresentaram 1,90, 2,17, 6,45, 11,73, 12,50, e 19,28 % b.u. (Tabela 1).

### **3.2. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa**

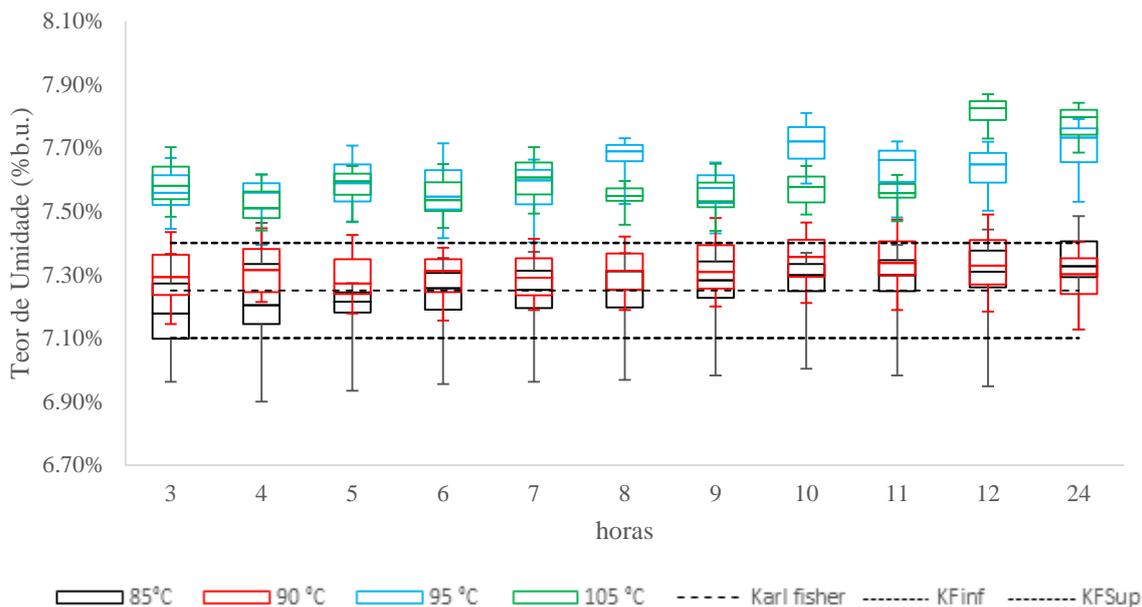
Os teores de umidade determinados pelo método de estufa a 85, 90, 95 e 105°C, nos tempos determinados nesta fase, estão descritos nas Figuras de 1 a 4:



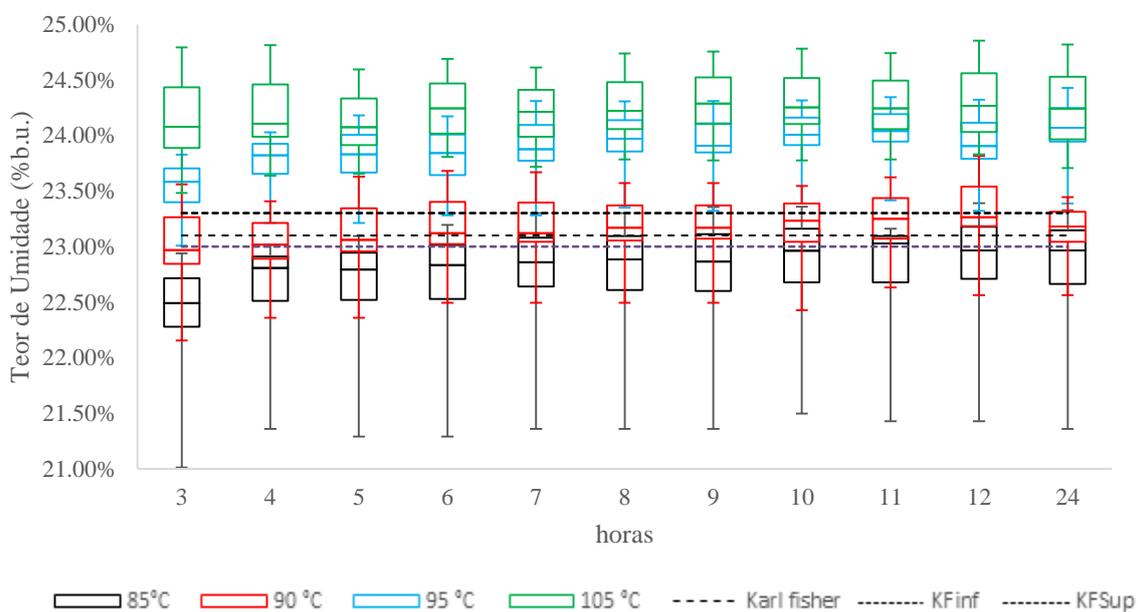
**Figura 1.** Teores de umidade determinados pelo método de estufa a 85, 90, 95 e 105°C no intervalo de 3 a 24 horas, para umidade de 2,30% b.u. obtida pelo método de Karl Fischer.



**Figura 2.** Teores de umidade determinados pelo método de estufa a 85, 90, 95 e 105°C no intervalo de 3 a 24 horas, para umidade de 4,50% b.u. obtida pelo método de Karl Fischer.



**Figura 3.** Teores de umidade determinados pelo método de estufa a 85, 90, 95 e 105°C no intervalo de 3 a 24 horas, para umidade de 7,25% b.u. obtida pelo método de Karl Fischer.



**Figura 4.** Teores de umidade determinados pelo método de estufa a 85, 90, 95 e 105°C no intervalo de 3 a 24 horas, para umidade de 23,1% b.u. obtida pelo método de Karl Fischer.

Para o teor de umidade mais baixo (2,30 % b.u.), somente a temperatura de 90°C a partir de 6 horas e a temperatura de 95°C no intervalo de 6 a 9 horas e 24 horas apresentaram

valores semelhantes ao encontrado pelo método de Karl Fisher. Já para o teor de umidade de 4,50% b.u., a temperatura de 90°C a partir de 5 horas de exposição à estufa e a temperatura de 95 e 105°C em todo o intervalo amostrado apresentou valores semelhantes ao da referência. Para a umidade de 7,25% b.u. determinada por Karl Fischer, as temperaturas de 85 e 90°C em estufa apresentaram valores semelhantes em todo o intervalo amostrado. Finalmente, para o teor de umidade mais alto (23,30% b.u.), a temperatura de 85°C a partir de 4 horas de exposição, bem como a temperatura de 90°C em todo o intervalo amostrado e a temperatura de 95°C no intervalo de 3 a 7 horas, apresentaram-se semelhantes aos obtidos por titulação de Karl Fischer.

Portanto, com base nestes resultados, por apresentar-se adequada à maior parte dos pontos amostrados e ser a mais econômica em virtude de apresentar o menor tempo de exposição, a condição de temperatura de 90°C por 6 horas foi escolhida para ser testada nos ensaios de exatidão e precisão.

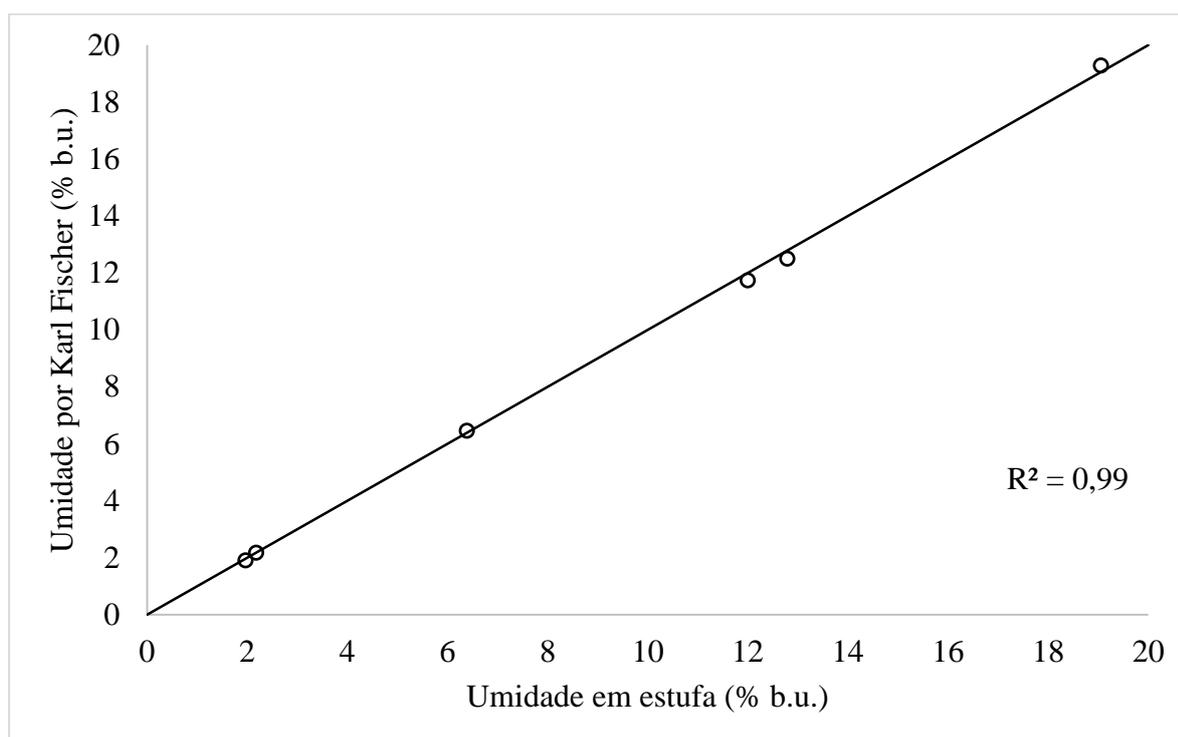
### **3.3. Adequação do método de estufa**

Os teores de umidade determinados em estufa na condição escolhida (90°C por 6 horas) estão descritos na Tabela 1. Assim como o ajuste dos métodos em um modelo linear pode ser verificado na Figura 5.

**Tabela 1.** Comparação entre os teores de umidades determinadas por titulação de Karl Fischer e pelo método de estufa a 90°C por seis horas e coeficiente de variação dos dados obtidos em estufa

| <b>Karl Fischer (%b.u.)</b><br>(Média ± DP) | <b>Estufa (% b.u.)</b><br>(Média ± DP) | <b>cv (%)</b><br>(Estufa) |
|---|--|---------------------------|
| *1,90 ± 0,00                                | *1,98 ± 0,06                           | 3,28                      |
| 2,17 ± 0,04                                 | 2,18 ± 0,02                            | 0,75                      |
| *6,45 ± 0,07                                | *6,39 ± 0,04                           | 0,71                      |
| 11,73 ± 0,22                                | 12,00 ± 0,03                           | 0,21                      |
| 12,50 ± 0,42                                | 12,79 ± 0,03                           | 0,22                      |
| 19,28 ± 0,28                                | 19,06 ± 0,10                           | 0,56                      |

\* - Umidades determinadas em substituição do profissional, estufa, balança e condições ambientais do laboratório.



**Figura 5.** Correlação entre teor de umidade obtido através da titulação por Karl Fischer e na estufa com circulação a 90°C por 6 horas. Significativo a 5% de probabilidade.

## **4. DISCUSSÃO**

### **4.1. Validade de métodos a 105°C e otimização da estufa**

A estufa a 105°C para a maioria dos resultados, inclusive para 3 e 24 horas, recomendados pela NFTA (2006) e Brasil (2009) respectivamente, reproduziu resultados diferentes daqueles determinados pelo método de Karl Fischer, superestimando o teor de umidade. Resultado semelhante a este foi encontrado por Melo & Almeida-Muradian (2011) ao comparar diferentes métodos de teor de água em pólen de abelha seco, verificando que os métodos que empregam o calor, principalmente a estufa a 100°C, superestimaram este parâmetro. Assim como Garcia-Amoedo & Almeida-Muradian (2002) ao comparar métodos para determinar teor de água em geléia real, em que concluíram que a estufa 105°C também superestimou este parâmetro, em relação às demais metodologias.

Quando o método estufa superestima o teor de água na castanha-do-brasil, este erro pode ocasionar problemas para as indústrias, ao realizar procedimentos com um teor de água menor que o recomendado, e com isso, apresentar um produto final com uma qualidade inferior. Além disso, podem ocorrer perdas financeiras no momento da venda, devido a uma secagem além da necessária, e por isso, perdas desses recursos tanto ao vender um produto mais leve, quanto por um gasto maior ao secar o produto.

Verificou-se também que houve uma tendência para amostras com teores de água mais elevados (7,25 e 23,10 % b.u.), ao apresentarem resultados semelhantes ao obtidos por Karl Fischer, quando determinados em estufas com temperaturas menores, entre 85 e 90°C. Isso pode ser justificado pela ação de enzimas lipoxidantes que atuaram sobre o substrato lipídico em produtos mais úmidos, uma vez que, nessas condições, as reações enzimáticas pró-oxidantes podem ser favorecidas (Silva et al., 1999). Esse fator associado à temperatura elevada potencializa a oxidação lipídica e a liberação de substâncias voláteis, promovendo uma superestimação do teor de umidade em castanha-do-brasil em temperaturas mais

elevadas para castanhas mais úmidas, que devem ser expostas a temperaturas menores para apresentar-se semelhante ao método de referência. No entanto, para teores de umidade baixos, devido à redução do fator enzimático, e por conter maior proporção de água adsorvida, que apresenta maior dificuldade de remoção, foram necessárias temperaturas com 90 a 95°C em estufa para aproximar-se dos valores obtidos por Karl Fischer.

A oxidação lipídica em castanhas-do-brasil mais úmidas foi verificada por Prado-Filho (1994), ao submetê-las ao armazenamento por seis dias em diferentes valores de atividade de água ( $A_w$ ), em que, para maiores valores de  $A_w$ , com o passar dos dias, as castanhas apresentaram índices de peróxido mais elevados. Vários autores citam a oxidação lipídica com o aumento da temperatura para alimentos, como é o caso de Aquino et al. (2009) que verificou a oxidação durante a secagem de pequi a alta temperatura (*Caryocar brasiliense* Camb.), e Adeeko & Jibola (1990) trabalhando com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) observaram o mesmo comportamento. Para a soja (*Glycine max* L.), Ghaly & Sutherland (1983) encontraram um maior índice de peróxido em óleo bruto para temperaturas de secagem superiores a 50°C.

Desta forma, 90°C foi a temperatura mais adequada para as amostras com teores de umidade desde os mais baixos até os mais elevados, e o mesmo vale para o tempo de exposição de 6 horas, o que garante maior economicidade na aplicação do método, pois o gasto energético com uma estufa a 90 °C por 6 horas é menor que o gasto com este equipamento a 105 °C por 3 ou 24 horas.

A redução do tempo de exposição em estufa, além da economia energética, concede agilidade ao processo de determinação de umidade, visto que em nível industrial, incluindo as que processam e armazenam castanha-do-brasil, quanto antes se conhece esse parâmetro, mais eficientes se tornam as etapas de secagem e armazenamento, favorecendo assim toda a cadeia produtiva. Jindal & Siebenmorgen (1987), ao testar diferentes temperaturas e tempos na

estufa para determinação de umidade do arroz em casca, verificou que a redução do tempo de 20 horas (maioria das recomendações) para 11,4 horas, não resultaria em erros, e conseqüentemente daria agilidade na utilização deste método.

Desta forma, 90°C por 6 horas em estufa representam o ajuste adequado para a determinação de umidade de castanha-do-brasil, confirmado pela titulação de Karl Fisher.

#### **4.2. Adequação do método de estufa**

A faixa de trabalho para este método compreendeu teores de água típicos de castanhas-do-brasil em fase de comercialização, processamento e no momento da coleta, podendo ser então utilizada com segurança para este produto, independente da umidade apresentada.

A similaridade entre os valores encontrados pelo método de estufa a 90°C por 6 horas e por titulação de Karl Fischer, determinados pelo teste de Wilcoxon, inclusive para os teores de umidade obtidos em condições distintas, sugere a exatidão do método de estufa ao ter o método de Karl Fischer como referência, que é um método eficiente para validação do método de estufa de modo geral (Bormuth, 1994; Tillman & Cicero, 1996), bem como serve como referencial para calibrações de estufa para produtos vegetais (Hart et al., 1959; Benjamin & Grabe, 1988) (Tabela 1).

Além disso, a forte correlação alcançada entre os métodos reforça a diferença não significativa entre os resultados obtidos por eles, quando ajustou-se as duas metodologias em um modelo linear, apresentando 0,99 de correlação (Figura 6). Correlação similar a esta foi encontrada na validação de uma metodologia de cromatografia gasosa para determinação do teor de água em acetona, tendo como parâmetro de referência o método de Karl Fischer, em que obteve-se também 0,99 de correlação ao avaliar o ajuste linear entre as duas metodologias (O'Keefe et al., 2008).

Foi verificado por meio do cv que a maioria das amostras variaram entre si abaixo de 1%, nas cinco repetições na estufa, em cada nível de umidade, podendo-se inferir sobre a precisão do método (Tabela 1). Estes valores foram menores que os obtidos por Borges et al (2005) na validação da metodologia de determinação de água, utilizando o analisador de umidade de infravermelho para quatro diferentes drogas vegetais.

## **5. CONCLUSÃO**

Os métodos de estufa recomendado na RAS por Brasil (2009), e pela NFTA (2006), reproduziram teores de umidade superestimados para castanha-do-brasil, utilizando-se o Karl Fischer como referência, não sendo indicada a sua utilização para este produto;

A temperatura de 90°C e o tempo de exposição de seis horas, foi a condição que apresentou os resultados similares àqueles obtidos pelo método de Karl Fischer, comprovado pelos testes de exatidão e precisão;

Esse ajuste para estufa pode ser utilizado com segurança com castanha-do-brasil para determinação da umidade, utilizando-se 15g de amostras sem casca, trituradas com tamanho de partícula menor que nove mesh;

Portanto, ao utilizar a estufa nessas condições, erros de determinação de umidade durante as análises bromatológicas, no processamento e comercialização deste produto serão reduzidos, contribuindo também com a acurácia e segurança dos resultados na avaliação deste parâmetro.

## **REFERÊNCIAS**

Adeeko, K. A., & Jibola, O. O. A. (1990). Processing Factors Affecting Yield and Quality of Mechanically Expressed Groundnut Oil. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 45, 31-43.

Allen, J. C., & Hamilton, R. J. (1994). *Rancidity in foods* (3. ed.). Philadelphia: Aspen Publishers.

Álvares, V. S., Castro, I. M., Costa, D. A., Lima, A. C., & Madruga, A. L. S. (2012). Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. *Acta Amazônica*, 42 (2), 269-274.

Aquino, L. P., Ferrua, F. Q., Borges, S. V., Antoniassi, R., Correa, J. L. G., & Cirillo, M A. (2009). Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29 (2), 354-357.

Arrus, K., Blank, G., Abramson, D., Clear, R., & Holley, R. A. (2005). Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. *Journal of Stored Products Research*, 41 (1), 513-527.

Benjamin, E., & Grabe, D. F. (1988). Development of oven and Karl Fischer techniques for moisture testing of grass seeds. *Journal of Seed Technology*, (12), 76-89. Retrieved from [http://www.jstor.org/stable/23432698?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/23432698?seq=1#page_scan_tab_contents).

Bobbio, P. A., & Bobbio, F. O. (1992). *Química do processamento de alimentos*. (2. ed.) São Paulo: Varela.

Borges, D. B., Farias, M. R., Simões, C. M. O., & Schenkel, E. P. (2005). Comparação das metodologias da Farmacopéia Brasileira para determinação de água em matérias-primas vegetais, e validação da determinação de água em analisador de umidade para *Calendula officinalis* L., *Foeniculum vulgare* Miller, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek e *Passiflora alata* Curtis. *Revista brasileira de farmacognosia*, 15 (3), 229-236.

Bormuth, C. D. (1994). Precision and unbiasedness of an oven method and karl-fischer-titration to determine the seed moisture content. *International Agrophysics*, 8, 191-195.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). *Regras para análises de sementes*. Brasília: MAPA/ACS.

- Elias, M. C., Lopes, V., Gutkoski, L. C., Oliveira, M., Mazzutti, S., & Dias, A. R. G. (2009). Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). *Ciência Rural*, 39 (1), 25-30.
- Ferreira, E. S., Silveira, C. S., Lucien, V. G., & Amaral, A. S. (2006). Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K). *Alimentos e Nutrição*, 17 (2), 203-208.
- Garcia-Amoedo, L. H., & Almeida-Muradian, L. B. (2002). Comparação de metodologias para a determinação de umidade em geléia real. *Química Nova*, 25 (4), 676-679, 2002.
- Ghaly, T. F., & Sutherland, J. W. (1983). Quality aspects of heated-air drying of soybeans. *Journal of Stored Products Research*, 19 (1), 31-41.
- Hart, J. R., Feinstein, L., & Golumbic, C. (1959). *Oven methods for precise measurement of moisture content of seeds*. Washington: USDA/Agricultural Marketing Service, (Marketing Research Report, 304).
- Isengard, H. D. (2001). Water content, one of the most important properties of food. *Food Control*, 12, 395 – 400.
- Jindal, V. K., & Siebenmorgen, T. J. (1987). Effects of Oven Drying Temperature and Drying Time on Rough Rice Moisture Content Determination. *Transactions of the ASAE*, 30 (4), 1185-1192.
- Loureiro, A. A., & Silva, M. F. (1968). *Catálogo de madeiras da Amazônia*. Belém: SUDAM.
- Loureiro, A. A., Silva, M. F., & Alencar, J. C. (1979). *Essências florestais madeireiras da Amazônia* (2. ed.). Manaus: INPA/SUFRAMA.
- Luz, C., Baudet, L., & Troger, F. (1993). Comparação de métodos diretos para determinação do teor de água de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, 15 (2), 157-163.

Melo, I. L. P., & Almeida-Muradian, L. B. (2011). Comparison of methodologies for moisture determination on dried bee pollen samples. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31 (1), 194-197.

National Forage Testing Association – NFTA. (2006). *NFTA Method 2.1.4 - Dry Matter by Oven Drying for 3 hr at 105 °C*. Retrieved from <http://www.foragetesting.org/files/NFTAReferenceMethodDM-09-18-06.pdf>

Nogueira, R. M. (2011). *Secagem da castanha-do-brasil em condições de floresta e carbonização do resíduo do fruto da castanheira* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

O'keefe, W. K., Ng, F. T. T., & Rempel, J. L. (2008). Validation of a gas chromatography/thermal conductivity detection method for the determination of the water content of oxygenated solvents. *Journal of Chromatography A*, 1182, 113–118.

Prado-Filho, L. G. (1994). Umidade relativa de equilíbrio e oxidação de lipídeos em farinhas de castanha do Pará, de macadâmia e de soja. *Science agrícola*, 51 (2), 357-362.

Silva, F. A. M., Borges, M. F. M., & Ferreira, M. A. (1999). Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química nova*, 22, (1), 94–103.

Souza, J. M. L., Cartaxo, C. B. C., Leite, F. M. N., & Souza, L. M. (2004). *Manual de segurança e qualidade para cultura da castanha-do-brasil*. Brasília: Campo PAS.

Souza, M. L., & Menezes, H. C. (2004). Processamento de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24 (1), 120-128.

Tillmann, M. A. A., & Cicero, S. M. (1996). Comparison between the oven and the Karl Fischer methods for the determination of the moisture content of maize (*Zea mays* L.) and soya (*Glycine max* (L) Merrill) seeds. *Scientia Agrícola*, 53 (1), 67-72.

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., Pasquale, A., & Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89 (4), 549-554.

### **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Mato Grosso *Campus* universitário de Sinop, pelas condições oferecidas, e a empresa Borello Alimentos, pelo fornecimento da matéria prima para execução desta pesquisa.

ANEXO A – Normas do Periódico Food Science and Technology, no qual está formatado o artigo. Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/cta/pinstruc.htm>

A **Food Science and Technology** (Campinas) publica artigos científicos na área. Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, escritos com texto claro e conciso, devendo observar as disposições normativas relacionadas neste documento.

### **Política editorial**

A Food Science and Technology (Campinas) aceita submissões de artigos que contenham resultados de pesquisa original e adota a política de revisão por pares, anônima. A Rejeição de artigos pode ser feita pelo Editor Chefe, Editor Adjunto e pelos Editores associados. O aceite dos trabalhos depende do parecer de pelo menos dois revisores indicados pela Comissão Editorial. Os pareceres dos revisores serão encaminhados aos autores para que verifiquem as sugestões e procedam às modificações que se fizerem necessárias. Em caso de discordância, a decisão final caberá ao Editor responsável pelo artigo ou, se este considerar necessário, outro revisor será consultado e os três pareceres serão analisados pela Diretoria de Publicações da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia – sbCTA, que tomará a decisão final.

Os trabalhos aceitos serão publicados na versão on-line da Revista e no SciELO, dentro um prazo médio de doze meses.

### **Autoria**

A autoria deve ser limitada a aqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o desenvolvimento do trabalho.

O autor para correspondência deve ter obtido permissão de todos os autores para realizar a submissão do artigo e para realizar qualquer alteração na autoria do mesmo.

### **Termo de concordância e cessão de direitos de reprodução gráfica**

O autor para correspondência deverá assinar e encaminhar à Diretoria de Publicações da sbCTA o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica em nome de todos os autores. Assinando o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica, os autores concordam com o seguinte, descrito no Termo:

- Que o trabalho não foi submetido para avaliação por outra publicação de mesma finalidade;
- A submissão do trabalho e a nomeação do autor para correspondência indicado;
- A cessão do direito de reprodução gráfica para a sbCTA, caso o trabalho seja aceito para publicação.

### **Conteúdo da publicação**

#### **Artigos originais**

O trabalho deve apresentar o resultado claro e sucinto de pesquisa realizada com respaldo do método científico.

## **Artigos de revisão**

O trabalho deve apresentar um overview relativo à temática desta revista, normalmente com foco em literatura publicada nos últimos cinco anos.

## **Trabalhos envolvendo humanos**

Quando houver apresentação de resultados de pesquisas envolvendo seres humanos, citar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

## **Formatação dos manuscritos**

A checagem das informações e a formatação do manuscrito são de responsabilidade dos autores. Artigos originais não podem exceder 16 páginas (excluindo referências). O manuscrito deve ser digitado em espaçamento duplo, em uma única coluna justificada, com margens de 2,5 cm. Linhas e páginas devem estar numeradas sequencialmente. (Verifique também o item Formatos de arquivo ao final deste documento).

## **Primeira página**

A primeira página do manuscrito submetido deve conter obrigatoriamente as seguintes informações, nesta ordem:

- Relevância do trabalho: breve texto de no máximo 100 palavras que descreva sucintamente a relevância do trabalho;
- Títulos do trabalho:

a) Título em inglês;

b) Título para cabeçalho (6 palavras no máximo).

## **Página de autoria**

A página de autoria do manuscrito deverá conter as seguintes informações:

- Nome completo e e-mail de todos os autores;
- Nomes abreviados de todos os autores para citação (ex.: nome completo: José Antonio da Silva; nome abreviado: Silva, J. A.);
- Informação do autor para correspondência (indicar o nome completo, endereço postal completo, números de telefone e FAX, e endereço de e-mail do autor para correspondência);
- Nome das instituições onde o trabalho foi desenvolvido, sendo: nome completo da instituição (obrigatório), unidade (opcional), departamento (opcional), cidade (obrigatório), estado (obrigatório) e país (obrigatório).

## **Página de Abstract e Keywords**

### **Abstract**

O abstract deve:

- Estar apenas em inglês;

- Estar em um único parágrafo de, no máximo, 200 palavras;
- Explicitar claramente o objetivo principal do trabalho;
- Delinear as principais conclusões da pesquisa;
- Se aplicável, indicar materiais, métodos e resultados;
- Sumarizar as conclusões;
- Não usar abreviações e siglas.

O Abstract não devem conter:

- Notas de rodapé;
- Dados e valores estatísticos significativos;
- Referências bibliográficas.

### ***Practical Application***

Texto curto, com no máximo 85 caracteres, apontando as inovações e pontos importantes do trabalho. O *Practical Application* será publicado.

### **Keywords e palavras-chave**

O artigo deve conter no mínimo três(3) e no máximo seis(6) Keywords. Keywords devem estar somente em inglês. Para compor o Keywords de seu artigo, evite a utilização de termos já utilizados no título.

### **Páginas de Texto**

O trabalho deverá ser dividido nas seguintes partes. As partes devem ser numeradas na seguinte ordem:

- Introdução;
- Material e métodos, que deve incluir delineamento experimental e forma de análise estatística dos dados;
- Resultados e discussão (podem ser separados);
- Conclusões;
- Referências bibliográficas;
- Agradecimentos (opcional).

No texto:

- Abreviações, siglas e símbolos devem ser claramente definidos na primeira ocorrência;
- Notas de rodapé não são permitidas;
- Títulos e subtítulos são recomendados, sempre que necessários, mas devem ser utilizados com critério, sem prejudicar a clareza do texto. Títulos e subtítulos devem ser numerados, respeitando a ordem em que aparecem;
- Equações devem ser geradas por programas apropriados e identificadas no texto com algarismos arábicos entre parêntesis, na ordem que aparecem. Elas devem ser citadas no corpo do texto em formato editável e devem estar em posição indicada pelo autor. Por favor, não envie imagens de equações em hipótese alguma. Equações enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as equações contidas no texto.

### **Tabelas, Figuras e Quadros**

Tabelas, Figuras e Quadros devem formar um conjunto de no máximo sete elementos. Devem ser numerados com numerais arábicos, seguindo-se a ordem em que são citados. No Manuscrito.pdf – versão para avaliação – e no Manuscrito.doc – versão para produção –, tabelas, equações, figuras e quadros devem ser inseridos no texto completo e na posição preferida pelo autor e que também proporcione o melhor fluxo de leitura. Veja abaixo os detalhes para o envio desses itens na versão para produção.

### **Figuras e quadros (versão para produção)**

Figuras e Quadros devem ser citados no corpo do texto, em posição que proporcione o melhor fluxo de leitura, e ordenados numericamente, utilizando-se numerais arábicos; as respectivas legendas devem ser enviadas no texto principal de acordo com a indicação do autor. Ao enviar figuras com fotos ou micrografias certifique-se que essas sejam escaneadas em alta resolução, para que cada imagem fique com no mínimo mil pixels de largura. Todas as fotos devem ser acompanhadas do nome do autor, pessoa física. Para representar fichas, esquemas ou fluxogramas devem ser utilizados Quadros.

### **Tabelas (versão para produção)**

As tabelas devem ser citadas no corpo do texto e numeradas com algarismos arábicos. Devem estar inseridas no corpo do texto em posição indicada pelo autor. Tabelas enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as tabelas contidas no texto. As tabelas devem ser elaboradas utilizando-se o recurso Tabela do programa Microsoft Word 2007 ou posterior; não devem ser importadas do Excel ou Powerpoint e devem:

- Ter legenda com título da Tabela;
- Ser auto-explicativa;
- Ter o número de algarismos significativos definidos com critério estatístico que leve em conta o algarismo significativo do desvio padrão;
- Ser em número reduzido para criar um texto consistente, de leitura fácil e contínua;
- Apresentar dados que não sejam apresentados na forma de gráfico;
- Utilizar o formato mais simples possível, não sendo permitido uso de sombreamento, cores ou linhas verticais e diagonais;
- Utilizar somente letras minúsculas sobrescritas para indicar notas de rodapé que informem abreviações, unidades etc. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir essa mesma ordem no rodapé.

### **Nomes proprietários**

Matérias-primas, equipamentos especializados e programas de computador utilizados deverão ter sua origem (marca, modelo, cidade, país) especificada.

### **Unidades de medida**

- Todas as unidades devem estar de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI);

Temperaturas devem ser descritas em graus Celsius.

### **Referências bibliográficas**

### **Citações no texto**

As citações bibliográficas inseridas no texto devem ser feitas de acordo com o sistema "Autor Data". Por exemplo, citação com um autor: Sayers (1970) ou (Sayers, 1970); com dois autores: Moraes & Furuie (2010) ou (Moraes & Furuie, 2010); e acima de dois autores apresenta-se o primeiro autor seguido da expressão "et al.". Nos casos de citação de autor entidade, cita-se o nome dela por extenso.

### **Lista de referências**

A revista **Food Science and Technology (CTA)** adota o estilo de citações e referências bibliográficas da American Psychological Association - APA. A norma completa e os tutoriais podem ser obtidos no link <http://www.apastyle.org>.

A lista de referências deve ser elaborada primeiro em ordem alfabética e em seguida em ordem cronológica, se necessário. Múltiplas referências do mesmo autor no mesmo ano devem ser identificadas por letras "a", "b", "c" etc. apostas ao ano da publicação.

Artigos em preparação ou submetidos à avaliação não devem ser incluídos nas referências. Os nomes de todos os autores deverão ser listados nas referências, portanto não é permitido o uso da expressão "et al."

Segundo determinação da Diretoria de Publicações da sbCTA, os artigos aceitos cujas referências bibliográficas estejam fora do padrão determinado ou com informações incompletas NÃO SERÃO PUBLICADOS até que os autores adequem as referências às normas.

### **Exemplos de referências**

#### **Livro**

Baccan, N., Aleixo, L. M., Stein, E., & Godinho, O. E. S. (1995). *Introdução à semimicroanálise qualitativa* (6. ed.). Campinas: EduCamp. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. (2006). Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO (versão 2, 2. ed.). Campinas: UNICAMP/NEPA.

#### **Capítulo de livro**

Sgarbieri, V. C. (1987). Composição e valor nutritivo do feijão *Phaseolus vulgaris* L. In E. A. Bulisani (Ed.), *Feijão: fatores de produção e qualidade* (cap. 5; p. 257-326). Campinas: Fundação Cargill.

#### **Artigo de periódico**

Versantvoort, C. H., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J., & Sips, A. J. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31-40. Sillick, T. J., & Schutte, N. S. (2006). Emotional intelligence and self-esteem mediate between perceived early parental love and adult happiness. *E-Journal of Applied Psychology*, 2(2), 38-48. Retrieved from <http://ojs.lib.swin.edu.au/index.php/ejap>

#### **Trabalhos em meio eletrônico**

Richardson, M. L. (2000). *Approaches to differential diagnosis in musculoskeletal imaging* (version 2.0). Seattle: University of Washington, School of Medicine. Retrieved from <http://www.rad.washington.edu/mskbook/index.html>

#### **Legislação**

Brasil, Ministério da Educação e Cultura. (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

### **Teses e dissertações**

Fazio, M. L. S. (2006). *Qualidade microbiológica e ocorrência de leveduras em polpas congeladas de frutas* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

### **Eventos**

Sutopo, W., Nur Bahagia, S., Cakravastia, A., & Arisamadhi, T. M. A. (2008). A Buffer stock Model to Stabilizing Price of Commodity under Limited Time of Supply and Continuous Consumption. In *Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS)*, Bali, Indonesia.

### **Formatos de arquivo**

O texto principal do manuscrito deve ser submetido da seguinte forma:

#### **Manuscrito.pdf: versão para avaliação**

- Formato .pdf;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Texto completo do manuscrito (no máximo 16 páginas);
- Figuras, quadros e tabelas com suas respectivas legendas devem ser submetidos junto ao texto completo e nas posições preferidas pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas seqüencialmente;
- Deve ter a folha de rosto excluída;
- Deve ter os nomes dos autores e instituições removidos da página de título;
- Deve ser nomeado manuscritoavaliacao.pdf.

#### **Manuscrito.doc: versão para produção**

- Formato Microsoft Word® 2007 ou posterior;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Figuras, quadros, tabelas, equações e suas respectivas legendas devem ser incorporadas no Texto do Manuscrito nas posições indicadas pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas seqüencialmente;
- Deve ter a folha de rosto em arquivo separado;
- Deve ter os nomes dos autores e instituições na primeira página;
- Deve ser nomeado manuscritoproducao.doc

Cheque a preparação de seu manuscrito utilizando a Checklist\_Autor\_Food Science and Technology (Campinas) ([Download Checklist for Authors](#) )

Após conferir a formatação e ter preparado os arquivos de acordo com as recomendações, siga para a etapa de Submissão On-line (Veja abaixo).

### **Instruções gerais para submissão on-line**

#### **Taxa de submissão**

A Food Science and Technology (CTA) cobrará taxa de publicação dos artigos aceitos de acordo com os seguintes critérios:

- USD 220.00 – De autores não associados à sbCTA;
- USD 200.00 – Se ao menos um autor for associado da sbCTA e estiver quite com a anuidade;
- USD 180.00 - Se ao menos dois autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 160.00 - Se ao menos três autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 140.00 - Se ao menos quatro autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade.

O processo de publicação do artigo só terá início após o pagamento da taxa de publicação que se dará de duas formas e sempre para o email do autor que realizou a submissão:

- Autor no Brasil: através de boleto bancário enviado por e-mail.
- Autor no exterior: através do site de pagamentos PayPal enviado por e-mail.

### **Revisão do inglês**

Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, com carta de comprovação de revisão assinada por especialista no idioma inglês (brasileiro ou estrangeiro). Todas as revisões de inglês devem ser acompanhadas de uma carta detalhando as alterações feitas no documento original.

Antes de realizar a submissão on-line, o autor para correspondência deverá preencher e assinar o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica. Esse termo pode ser baixado on-line no endereço [http://cta.submitcentral.com.br/terms\\_sbcta\\_br.pdf](http://cta.submitcentral.com.br/terms_sbcta_br.pdf).

Encaminhar o termo para o e-mail [publicacoes@sbcta.org.br](mailto:publicacoes@sbcta.org.br). O processo de avaliação não se inicia até que o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica seja recebido.

### **Submissão do manuscrito**

O programa Submit para submissão dos artigos está otimizado para os seguintes navegadores, em sua versão mais atual: Internet Explorer, Firefox, Opera, Safari e Google Chrome.

Os autores devem acessar o programa Submit no endereço <http://cta.submitcentral.com.br> e, no painel do autor, clicar em iniciar uma nova submissão.

Siga passo a passo as indicações e copie com atenção os itens de seu manuscrito que são requeridos pelo sistema de submissão.

#### **Passo 1: Título, Resumo e Palavras-chave**

- Preencha o campo título;
- Cole ou digite o resumo no campo resumo;
- Adicione no mínimo três palavras-chave preenchendo o campo palavras-chave e clicando no botão adicionar.
- Clique no botão continuar.

#### **Passo 2: Autores e Instituições**

- Preencha as informações de cada autor do trabalho. É necessário preencher todos os campos e clicar em adicionar, antes de passar ao próximo autor. Para acertar a ordem utilize as setas na coluna ordem;
- Marque o autor para correspondência clicando no botão autor para correspondência (troca);
- Informe pelo menos uma (01) instituição para cada autor. Se necessário clique no botão editar instituições;
- Clique no botão continuar.

### **Passo 3: Referees**

- Indique três revisores potenciais para avaliar seu trabalho, esta etapa pode ajudar muito a agilizar o início do processo de avaliação.
- Clique no botão continuar.

### **Passo 4: Envio de arquivos**

- Cheque todos os arquivos, conferindo se estão formatados adequadamente, de acordo com as regras da Revista Food Science and Technology (Campinas) CTA;
- Envie todos os arquivos do seu trabalho utilizando o botão procurar ou browse. Escolha o tipo de arquivo: Manuscrito em PDF sem os autores (para revisores); Manuscrito em DOC completo (para produção); Folha de Rosto; Figura; Tabela ou Arquivo suplementar;
- Clique no botão enviar. Repita a operação até ter enviado todos os arquivos;
- Clique no botão continuar.

### **Passo 5: Informações gerais**

- Escolha o tipo de contribuição (artigo científico) da caixa de seleção;
- Escolha a área do trabalho da caixa de seleção;
- Confirme que assinou e enviou o Termo de Concordância e respostas às outras perguntas.
- Escreva sua carta ao editor;
- Clique no botão continuar.

### **Passo 6: Checar e submeter**

- Verifique todas as informações e corrija se necessário clicando no botão editar;
- Baixe todos os arquivos e abra-os para certificar-se de que não estejam corrompidos;
- Marque a caixa informando que baixou e abriu todos os arquivos;
- Clique no botão finalizar submissão para concluir o processo de submissão.

Uma confirmação será exibida. Você pode imprimir a confirmação de envio, que também será enviada a você via *e-mail*.

Diretoria de Publicações

Av. Brasil 2880 - 13001-970 Campinas - SP, Brasil - Caixa Postal: 271

Fone / Fax: +55 (19) 3241-0527 - Fone: +55 (19) 3241-5793

e-mail: [publicacoes@sbcta.org.br](mailto:publicacoes@sbcta.org.br)