

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL PARA A NUTRIÇÃO HUMANA DAS CASTANHAS,  
ARILO E ÓLEO DE SAPUCAIAS (*Lecylhis pisonis Camh.*)  
ORIGINÁRIAS DA FLORA NATIVA DO ESTADO DO  
ESPÍRITO SANTO**

**RENATA BADKE DE MENEZES PRIMO**

VILA VELHA  
DEZEMBRO/2015

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL PARA A NUTRIÇÃO HUMANA DAS CASTANHAS,  
ARILO E ÓLEO DE SAPUCAIAS (*Lecylhis pisonis Camh.*)  
ORIGINÁRIAS DA FLORA NATIVA DO ESTADO DO  
ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas para obtenção do Grau de Mestra em Ciências Farmacêuticas.

**RENATA BADKE DE MENEZES PRIMO**

VILA VELHA  
DEZEMBRO/2015

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

P952c

Primo, Renata Badke de Menezes.

Caracterização físico-química e avaliação do potencial para a nutrição humana das Castanhas, Arilo e Óleo de Sapucaias (*Lecylhis Pisonis Camh.*) originárias da Flora Nativa do Estado do Espírito Santo. – 2015.  
34 f. : il.

Orientadora: June Ferreira Maia.

Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Vila Velha, 2015.

Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Sapucaia. 3. Nutrição.  
I. Maia, June Ferreira. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

**RENATA BADKE DE MENEZES PRIMO**

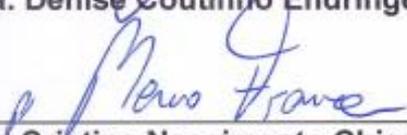
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL PARA A NUTRIÇÃO HUMANA DAS CASTANHAS,  
ARILO E ÓLEO DE SAPUCAIAS (*Lecythis pisonis Camh.*)  
ORIGINÁRIAS DA FLORA NATIVA DO ESTADO DO  
ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à Universidade  
Vila Velha, como pré-requisito do  
Programa de Pós-graduação em Ciências  
Farmacêuticas para obtenção do Grau de  
Mestra em Ciências Farmacêuticas.

Aprovada, em 17 de dezembro de 2015.

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Denise Coutinho Endringer (UVV)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra Ana Cristina Nascimento Chiaradia (UFES)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr<sup>a</sup>. June Ferreira Maia (UVV)  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPES pela concessão da bolsa de Mestrado.

Á Deus, meu Pai eterno, que me deu e me dá forças a cada dia!

A minha família, esposo, filhas, mãe e pai, por terem compreendido minha ausência em alguns momentos e me apoiado neste curso.

A minha querida orientadora, Profa. June Ferreira Maia, por ter aceitado me orientar quando estava do meio para o final do curso e me ajudado muito em um novo trabalho e entendido minhas dificuldades.

À Profa. Denise Coutinho Endringer pela força nesse tema e ajuda importantíssima.

À amiga, Elisângela Flavia Pimentel Schmitt, que me ajudou muito nos experimentos.

Á Ana Claudia Hertel Pereira, Jean Pierre Louzada Ramos e Bianca Vieira Barbosa pelo auxílio nos diversos experimentos no laboratório; a estagiária Tainã Zucoloto Vieira, pela ajuda em alguns experimentos.

Ao INCAPER pelo fornecimento das castanhas de sapucaia.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL

ABSTRACT

**Capítulo 1. Castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) e seus aspectos nutricionais: Uma revisão .....7**

RESUMO .....8

ABSTRACT .....9

1. Introdução .....10

2. Descrição da espécie .....10

3. Composição centesimal da castanha de sapucaia .....12

4. Lipídeos nas castanhas de sapucaia .....12

5. Proteínas em castanhas de sapucaia .....16

6. Minerais em castanhas de sapucaia .....19

7. Constituintes funcionais .....20

8. Considerações finais .....23

9. Referências .....23

**Capítulo 2. Composição centesimal e caracterização do óleo das castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) .....29**

RESUMO .....30

ABSTRACT .....31

1. Introdução .....32

2. Material e Métodos .....33

2.1. As sementes de sapucaia .....33

2.2. As castanhas e os arilos de sapucaia .....33

2.3. Métodos de análise.....34

2.3.1. Composição centesimal das castanhas e dos arilos.....34

3. Resultados e Discussão .....36

3.1. Composição centesimal da farinha das amêndoas de sapucaia .....36

3.2. Composição centesimal da farinha do arilo das sementes de sapucaia .....39

3.3. Caracterização do óleo da farinha das amêndoas .....41

4. Considerações finais .....45

5. Referências .....46

## RESUMO

PRIMO, Renata Badke de Menezes, Universidade de Vila Velha – ES, dezembro de 2015. **Caracterização físico-química e avaliação do potencial para a nutrição humana das Castanhas, Arilo e Óleo de Sapucaias (*Lecythis Pisonis Camb.*) originárias da Flora Nativa do Estado do Espírito Santo.** Orientadora: June Ferreira Maia.

Atualmente a produção nacional de castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) é dominada por um cultivo extensivo: a castanha é coletada apenas de árvores naturalmente existentes nas regiões. Frutos e sementes de algumas espécies florestais brasileiras revelaram-se, através de estudos, boas fontes de nutrientes. No entanto, as castanhas da sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb), são ainda pouco conhecidas da comunidade científica. Os trabalhos científicos realizados no Brasil analisaram castanhas produzidas nos Estados de Minas Gerais, Piauí e São Paulo; nenhum deles estudou as castanhas produzidas por sapucaias nativas do Estado do Espírito Santo. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivos demonstrar e discutir estes estudos, enfocando os aspectos nutricionais e a presença de compostos bioativos em castanhas de sapucaia. Mais especificamente, no segundo capítulo, objetivou-se caracterizar as castanhas da espécie *Lecythis pisonis* Camb. do Estado do Espírito Santo, através da determinação da composição centesimal e caracterização das castanhas, do arilo e do óleo extraído das mesmas. Os aspectos nutricionais, que foram avaliados, indicam que as castanhas são ricas em calorias e contêm nutrientes essenciais para a saúde. A partir de estudos sobre o potencial de propriedades nutricionais, farmacológicas e medicinais dessas castanhas, esta oleaginosa poderá ser competitiva com as principais amêndoas amplamente comercializadas no mercado nacional e internacional. Espera-se que tenhamos no Brasil, especialmente no Estado do Espírito Santo, áreas onde a sapucaia passe a ser cultivada. Desta forma, as perspectivas de crescimento do comércio serão grandes, além de incentivo às exportações. A preservação desta espécie, representativa das *Lecythidaceae*, estaria garantida.

Palavras-chave: Sapucaia, *Lecythis pisonis* Camb., oleaginosas, valor nutricional, proteína de origem vegetal.

## ABSTRACT

PRIMO, Renata Badke de Menezes, Universidade de Vila Velha – ES, december, 2015. **Physicochemical characterization and evaluation of the potential for human nutrition of Chestnuts, Aril and Sapucaia Oil (*Lecythis Pisonis* Camh.) originating from the Native Flora of the State of Espírito Santo..** Advisor: June Ferreira Maia.

Currently the domestic production of sapucaia nuts (*Lecythis pisonis* Camb) is dominated by extensive farming: nuts are collected only from naturally existing trees in the regions. Fruits and seeds of some Brazilian forest species were proven, through studies, to be good sources of nutrients. However, the nuts of sapucaia are still little known in the scientific community. Scientific studies conducted in Brazil analyzed sapucaia nuts originated from the states of Minas Gerais, Piauí and São Paulo; none of them studied the nuts produced by native sapucaias from the state of Espírito Santo. Given the above, this study aimed to demonstrate and discuss these studies, focusing on the nutritional aspects and the presence of bioactive compounds in sapucaia nuts. More specifically, the second chapter aimed to characterize the nuts of the species *Lecythis pisonis* Camb. in the state of Espírito Santo, by determining the chemical composition and characterization of the nuts, the aryl, and the oil extracted from them. The nutritional aspects that were assessed, indicate that the nuts are high in calories and contain essential nutrients for health. From studies on the potential nutritional, pharmacological and medicinal properties, these oily nuts can be competitive with the main almonds widely sold in domestic and international markets. It is expected that we will see areas where *L. pisonis* Camb. will be cultivated throughout Brazil ,but specially in the State of Esprito Santo. Thus, trade growth is expected, besides incentive to exports. The preservation of this species, representative of *Lecythidaceae*, would be guaranteed.

Keywords: Sapucaia, *Lecythis pisonis* Camb, oil, nutritional value of plant protein.

## **CAPÍTULO 1**

**Castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) e seus aspectos nutricionais:  
Uma revisão.**

## RESUMO

Frutos e sementes de algumas espécies florestais brasileiras revelaram-se, através de estudos, boas fontes de nutrientes. No entanto, as castanhas da sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb), são ainda pouco conhecidas da comunidade científica. Os trabalhos de pesquisa realizados no Brasil sobre a caracterização físico-química da castanha e do óleo da sapucaia analisaram as castanhas de árvores nativas dos Estados de Minas Gerais, Piauí e São Paulo. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo demonstrar e discutir estes estudos, enfocando os aspectos nutricionais e a presença de compostos bioativos em castanhas de sapucaia. As castanhas são ricas em calorias e contêm muitos nutrientes, minerais e antioxidantes que são essenciais para a saúde. Na caracterização físico-química foram discutidos os tipos, concentração e função biológica dos principais constituintes. Este estudo discute ainda a relação entre o consumo de castanhas de sapucaia e seu efeito no metabolismo e fisiologia humana. A análise dos dados nos leva a considerar as castanhas de sapucaia como um componente essencial na dieta, considerando seus valores nutricionais. Reconhecer o valor desta espécie ajudaria não só a preservar estas árvores nativas em propriedades rurais, sem degradar o Bioma Mata Atlântica; mas traria também ganhos ambientais, econômicos e sociais.

Palavras-chave: Oleaginosas, nutrição, ácidos graxos essenciais, aminoácidos sulfurados, antioxidantes.

## ABSTRACT

Fruits and seeds of some Brazilian forest species are revealed through studies, good sources of nutrients. However, the nuts of sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb), are still little known in the scientific community. The research work carried out in Brazil on the physicochemical characterization of sapucaia nuts and oil analyzed the nut trees native to the states of Minas Gerais, Piauí and São Paulo. Thus, this study aimed to demonstrate and discuss these studies, focusing on the nutritional aspects and the presence of bioactive compounds in sapucaia nuts. The nuts are high in calories and contain many nutrients, minerals and antioxidants that are essential for health. The physicochemical characterization discussed types, concentration, and biological function of the main constituents. This study also discusses the relationship between the consumption of nuts of Sapucaia and its effect on metabolism and human physiology. Analysis of the data leads us to consider the sapucaia nuts as an essential component in the diet, considering its nutritional values. Recognize the value of this kind would help not only to preserve these native trees on farms without degrading the Atlantic Forest biome; but also would have environmental, economic and social gains.

Keywords: Oilseeds, nutrition, essential fatty acids, sulfur amino acids, antioxidants.

## 1. Introdução

Frutos e sementes de algumas espécies florestais brasileiras revelaram-se, através de estudos, boas fontes de nutrientes, como por exemplo, a castanha do Pará (*Bertholletia excelsa* H. B. K.). No entanto, as castanhas da sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), são ainda muito pouco conhecidas da comunidade científica. Alguns trabalhos foram realizados no Brasil sobre a caracterização físico-química das castanhas e do óleo da sapucaia (CARVALHO et al., 2012; COSTA, 2011; CARVALHO et al., 2008; SOUZA et al., 2008; DENADAI et al., 2007; VALLILO et al., 1999; VALLILO et al., 1998). Nestes, foram analisadas castanhas oriundas dos Estados de Minas Gerais, Piauí e São Paulo.

O presente trabalho teve por objetivo revisar e discutir os estudos realizados sobre *L. pisonis* Camb. com ênfase em seus aspectos nutricionais e na presença de compostos bioativos para avaliar a possibilidade de utilização das castanhas na dieta humana.

## 2. Descrição da espécie

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) é uma espécie da família *Lecythidaceae*. Os nomes populares, além de sapucaia, são: castanha-sapucaia, sapucaia-vermelha, cumbuca-de-macaco, marmita-de-macaco, caçamba-do-mato. É uma árvore característica das matas úmidas da costa atlântica, ocorrendo desde o Ceará até o Rio de Janeiro; particularmente frequente no sul da Bahia e no norte do Espírito Santo (LORENZI, 2008).

Árvore de grande porte, podendo atingir de 20 a 30 m de altura, com tronco que pode alcançar de 50 a 90 cm de diâmetro, revestido por casca espessa, acinzentada, apresentando fissuras profundas (LORENZI, 2008). Suas folhas são caracteristicamente róseas quando jovens e verdes, posteriormente (BRASIL, 2002). Floresce a partir de meados de setembro junto com o surgimento de novas folhas de

cor rosa ou lilás, prolongando-se até meados de outubro; em consequência, toda a copa adquire bela coloração lilás (LORENZI, 2008).

Os frutos secos, de consistência lenhosa, são caracterizados pela deiscência transversal. Eles se abrem espontaneamente, ao alcançarem a maturidade, com formação de urna e opérculo basal, liberando as sementes (BARROSO et al., 2004). Na tradução do Tupi para o Português, sapucaia quer dizer, *sa* = olho, *puca* = que se abre e *ia* = cabaça, ou seja, a cabaça que abre o olho. De fato, ao abrir o opérculo basal, tem-se a impressão de que o fruto tem um olho (DALMAU, 2015). Os frutos pesam em torno de 2,5 kg e produzem entre 20 e 30 sementes/fruto. As sementes medem em torno de 4 cm de comprimento e 2 cm de largura. Estas sementes possuem em sua base o arilo, estrutura adocicada e macia, muito apreciada por animais (GREEN NATION, 2013). Desta forma, os frutos, contendo as sementes marrons anguladas, podem ser colhidos diretamente das árvores quando iniciarem a abertura espontânea, ou recolher as sementes do chão, após a sua queda. Um quilograma de sementes contém aproximadamente 180 sementes (LORENZI, 2008).

Além da castanha do Brasil (*Bertolletia excelsa* H. B. K.), a *Lecythis pisonis* é a espécie mais referenciada pelos botânicos com relação às espécies representativas das *Lecythidaceae* no Continente Americano (MORI; PRANCE, 1981). Na realidade, as sapucaias e seus frutos já eram bastante conhecidos e aproveitados pelas populações que habitavam o Brasil na época da chegada dos primeiros europeus, no século XVI (BRASIL, 2002). Em um trabalho publicado em 1648, intitulado *Historia Naturalis Brasiliae*, as castanhas de sapucaia foram citadas entre as espécies utilizadas como alimento no século XVII no Brasil. As castanhas eram comidas cruas ou torradas e apresentavam um albúmen de ótimo *flavor* (MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2014).

### 3. Composição centesimal da castanha da sapucaia

O valor nutritivo de um alimento pode ser atribuído pela quantidade de energia e nutrientes contidos em sua composição. Castanhas são alimentos com alta densidade de nutrientes, como lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados e

proteínas, além de minerais, vitaminas e outros compostos bioativos. Ao contrário das expectativas, estudos epidemiológicos e triagens clínicas sugerem que o consumo regular de nozes e amendoim não contribui para a obesidade e pode mesmo contribuir para perda de peso (ROS, 2010; BARBOUR et al., 2015).

A composição química básica por 100 gramas de castanhas de sapucaia é mostrada na Tabela 1. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão das médias de determinações em triplicata. Nos trabalhos foram analisadas castanhas provenientes dos estados de Minas Gerais, Piauí e São Paulo.

#### 4. Lipídeos nas castanhas de sapucaia

As castanhas apresentam um teor de lipídeos (g/100g), variando de 54,80 a 65,99, dependendo da origem geográfica das sementes. Considerando-se que a ingestão recomendada (IDR) de lipídeos é de 70 g/dia, a sapucaia deve ter um consumo moderado, uma vez que 100 g delas possuem quase 100% da quantidade diária recomendada.

A Tabela 2 apresenta a distribuição de ácidos graxos presentes nas castanhas. Estas apresentam, em média, 16,51% de ácidos graxos saturados. Para avaliar estes dados, tomou-se como base os valores diários recomendados pela *American Heart Association* (AHA) para a população em geral (LICHTENSTEIN et al., 2006), tendo como parâmetro a ingestão <7% de energia como gordura saturada. Desta forma, para uma dieta de 1800 kcal, são recomendados 126 kcal de gordura saturada, equivalente a 14 g de gordura saturada/dia. Com esta análise podemos constatar que, para consumir a recomendação, necessita-se ingerir 85 g de castanhas/dia.

**Tabela 1** – Composição centesimal (%) em base úmida e valor calórico (kcal/100g) de castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) originárias de diferentes regiões do Brasil.

Origem das castanhas	Umidade	Lípídeos	Proteínas	Cinzas	Fibras	Carboidratos		Valor calórico**	Referência
						Totais			
José de Freitas, PI	2,89 ± 0,02	58,62± 0,09	22,75±0,05	3,88±0,01	5,98	5,87		642,06	COSTA, 2011
Viçosa, MG	10,20 ± 0,68	54,80 ± 4,15	26,82±2,60	3,17 ± 0,50	-	5,01		620,52	CARVALHO et al., 2012
Santa Rita do Passa-Quatro, SP	5,04 ± 0,03	60,61 ± 0,33	20,47 ± 0,38	3,80 ± 0,01	5,67	4,42 ± 0,23		645,05 + 2,07	DENADAI, 2006
Santa Rita do Passa-Quatro, SP	4,92	63,03	19,86	3,91	-	8,28		684,00	VALLILO et al., 1998
Piauí	6,6 ± 0,44	64,0 ± 2,35	18,5 ± 0,97	3,1 ± 0,25	7,0 ± 0,77	11,1 ± 2,13		-	CARVALHO et al., 2008
Piauí	-	65,99 ± 4,59	19,62 ± 8,77	3,43 ± 11,16	-	-		-	SOUZA, 2008

\*Os dados representam as médias ± desvio padrão da média de determinações em triplicata. \*\*Calculado baseando-se nos seguintes valores: teor de proteínas e de carboidratos multiplicados por 4 e teor de lípídeos multiplicado por 9.

**Tabela 2.** Conteúdo de ácidos graxos expressos em p/p (%) presente em castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) originárias de diferentes regiões do Brasil.

Origem das castanhas	C16:0	C18:0	C20:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3	Total	Total
					ω9	ω6	ω3	saturados	Insaturados
Nova Europa – SP*	10,4 ± 0,8	7,6 ± 0,9	-	-	43,0 ± 0,8	38,9 ± 1,1	-	18,00	81,90
Piracicaba – SP*	8,6 ± 1,3	3,5 ± 0,8	-	-	39,9 ± 0,9	48,0 ± 2,4	-	12,10	87,90
Santa Rita do Passa Quatro – SP**	12,14	6,31			33,94	42,54	0,19	18,64	76,95
Santa Rita do Passa Quatro – SP*	12,8 ± 0,9	3,7 ± 1,1	-	-	27,3 ± 1,8	56,3 ± 3,2	-	16,50	83,60
Tupi – SP*	10,9 ± 0,1	7,7 ± 0,8	-	-	27,0 ± 0,5	54,2 ± 1,4	-	18,60	81,10
Viçosa – MG***	11,29	3,77	0,13	0,34	41,37	42,86	0,24	15,19	84,81

\* VALLILO et al., 1999; \*\* DENADAI et al., 2007; \*\*\* CARVALHO et al., 2012

No entanto, a proporção ácidos graxos insaturados:ácidos graxos saturados é de 5:1. Quanto ao perfil em ácidos graxos insaturados, o óleo de sapucaia é composto, principalmente, pelos ácidos linoléico (C18:2) e oléico (C18:1). Verifica-se uma predominância do ácido linoleico, cuja concentração média dos três trabalhos encontrados na literatura, foi de 44,92% e de ácido oleico 36,65%. A castanha-do-Brasil apresenta um perfil semelhante à sapucaia (44,2% para linoleico e 30,75% para o oléico) (COSTA, 2011). Dentre as nozes destaca-se a macadâmia com 56,35% de oleico e 1,35% de linoleico (LIMA et al., 2014).

O efeito benéfico do consumo de oleaginosas tem sido confirmado em diversos trabalhos (BARBOUR et al., 2015; NISHI et al., 2014; SETTALURI et al., 2012; FREITAS; NAVES, 2010; ROS, 2010). Uma elevada concentração de oleico foi positivamente correlacionada com alterações nas concentrações de HDL colesterol (NISHI et al., 2014). Em células do músculo esquelético, o ácido oleico aumenta os níveis intracelulares de adenosina monofosfato-cíclico (cAMP) estimulando a atividade da proteína quinase A (PKA). Como resultado, o ácido oleico aumenta a expressão de genes relacionados à oxidação de ácidos graxos (LIM et al., 2013).

## 5. Proteínas em castanhas de sapucaia

A Tabela 3 apresenta o teor de proteínas presentes em diversas oleaginosas. As diferenças entre o teor de proteínas de sapucaia dos diversos trabalhos publicados pode ser dependente das condições climáticas e dos cultivares. Também CARVALHO et al. (2008) e SOUZA et al. (2008), utilizando o método de Kjeldahl, encontraram menor teor de proteína porque usaram o fator 5,30 em vez de 6,25, para multiplicar pelo teor de nitrogênio total. Apenas a amêndoa de baru, semente oleaginosa nativa do Cerrado, apresenta um teor de proteínas superior ao da castanha de sapucaia. A castanha de cajú (18,5%) e castanha-do-Brasil (14,5%) apresentam uma concentração bem inferior à castanha de sapucaia.

As concentrações de proteínas encontradas em nozes e castanhas sugerem que a sapucaia possa ser considerada uma rica fonte protéica. No entanto, é preciso que se leve em consideração o fato de que uma porção de castanhas equivale a 8 gramas (PHILIPP, 2008). Como o RDA de proteínas (g/dia) equivale a 56 g/dia (SILVA, 2012) para um homem adulto, as castanhas, mesmo com o elevado teor protéico, contribuem apenas com 3,90% das necessidades diárias de uma pessoa.

Na Tabela 4 pode ser observado que as proteínas das castanhas de sapucaia apresentam níveis adequados de aminoácidos essenciais quando comparado com os padrões recomendados. Dentre os 20 aminoácidos, onze são não essenciais e são continuamente sintetizados no corpo. Os nove essenciais necessitam ser supridos através da dieta. Sabe-se que proteínas que contêm todos os aminoácidos essenciais, nas proporções requeridas, são proteínas completas, tais como a caseína (do leite) e albumina (da clara de ovos) (SETTALURI et al., 2012).

Quando se comparam os níveis dos aminoácidos essenciais presentes nas proteínas da sapucaia com os padrões recomendados, observa-se que estas castanhas apresentam teores elevados de aminoácidos sulfurados. O Escore Químico de cada um dos aminoácidos pode ser determinado dividindo-se o teor de cada um dos aminoácidos encontrado nas proteínas da sapucaia pelo padrão recomendado (DENADAI, 2006). Baseando-se neste escore químico, verifica-se que as proteínas da sapucaia não apresentam aminoácido limitante, podendo ser consideradas de alto valor nutricional. Proteínas de sapucaia possuem os

aminoácidos essenciais e em quantidades adequadas, para pré-escolares. Apenas o triptofano não foi analisado pela metodologia utilizada por DENADAI (2006) e CARVALHO et al. (2012).

**Tabela 3.** Composição de proteínas (gramas) em castanhas de sapucaia e em nozes e sementes por 100 gramas de parte comestível.

<b>Nozes e sementes</b>	<b>Proteína (gramas)</b>	<b>Referência</b>
Amêndoa de baru (Oeste de GO)	27,96	FREITAS, 2009
Sapucaia (Viçosa – MG)	26,82	CARVALHO et al., 2012
Amendoim, torrado, sem sal	23,68	SETTALURI et al., 2012
Sapucaia (José de Freitas – PI)	22,75	COSTA, 2011
Gergelim, semente	21,20	TACO, 2011
Pistache	20,60	ROS, 2010
Sapucaia (Santa Rita do Passa Quatro – SP)	20,47	DENADAI, 2006
Sapucaia (Santa Rita do Passa Quatro – SP)	19,86	VALLILO et al., 1998
Sapucaia (Piauí)*	19,62	SOUZA et al., 2008
Amêndoa, torrada, salgada	18,60	TACO, 2011
Sapucaia (Piauí)*	18,50	CARVALHO et al., 2008
Castanha-de-cajú, torrada, salgada	18,50	TACO, 2011
Castanha-do-Brasil, crua	14,50	TACO, 2011
Linhaça, semente	14,1	TACO, 2011
Noz, crua	14,0	TACO, 2011
Macadâmia	7,9	ROS, 2010
Pinhão, cozido	3,0	TACO, 2011

\*Utilizaram o fator 5,30 para conversão do nitrogênio em proteína (Nx5,30) em vez de 6,25.

**Tabela 4.** Perfil de aminoácidos essenciais presentes em amêndoas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess).

Aminoácidos	Castanhas de Sapucaia	Castanhas de Sapucaia	Média dos estudos Castanhas de sapucaia	Padrão Recomendado** (Pré-escolares)	Escore Químico*** (Pré-escolares)
mg.g <sup>-1</sup> de proteína	DENADAI, 2007	CARVALHO et al., 2012	mg.g <sup>-1</sup>	mg.g <sup>-1</sup>	
Fenilalanina + Tirosina	106,6	78,3	92,45	63	1,47
Histidina	19,3	25,2	22,25	19	1,17
Isoleucina	29,5	29,9	29,7	28	1,06
Leucina	113,8	80,1	96,95	66	1,47
Lisina	82,1	51,0	66,55	58	1,15
Metionina + Cisteína	89,6	60,6	75,10	25	3,00
Treonina	34,4	34,7	34,55	34	1,02
Triptofano*	ND	ND	ND	11	ND
Valina	62,0	46,5	54,25	35	1,55

\*ND = não determinado. \*\*FAO/WHO, 2007. \*\*\* O Escore Químico de cada um dos aminoácidos foi determinado dividindo-se o teor de cada um dos aminoácidos encontrado nas proteínas da sapucaia pelo padrão recomendado (DENADAI, 2006).

Além disso, as proteínas de castanhas de sapucaia podem ser consideradas como proteína vegetal de excelente qualidade devido à alta concentração de aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína), considerando que estes aminoácidos são normalmente limitantes em vegetais. Isso indica que a castanha de sapucaia pode, também, ser utilizada para suplementar farinhas deficientes em metionina.

DENADAI et al. (2007) demonstraram a digestibilidade *in vitro* de globulinas das amêndoas de sapucaia por proteinases digestivas de mamíferos. O baixo aumento de digestibilidade que foi observado após o aquecimento das amêndoas sugere que as globulinas das amêndoas de sapucaia podem ser ingeridas sem necessidade de aquecimento, uma vez que estas amêndoas não apresentaram fatores anti-nutricionais como lectinas e inibidores de proteases.

## 6. Minerais em castanhas de sapucaia

A Tabela 5 apresenta o conteúdo de minerais das castanhas de sapucaia e faz uma comparação entre o perfil de minerais da sapucaia com as recomendações dietéticas para adultos. Para avaliar o perfil de minerais é preciso que se considere a lista de equivalentes de porções dos grupos de alimentos (valores aproximados para pesos e medidas usuais). Para porções de oleaginosas, uma porção equivale a 55 kcal (PHILIPPI, 2008). Como o conteúdo calórico total das amêndoas de sapucaia analisadas neste trabalho foi em média 647,91 kcal.100g<sup>-1</sup>, o peso de castanhas em gramas para consumo diário é de 8 gramas (o que equivale a cerca de 2 a 3 unidades). Os alimentos são classificados de acordo com o conteúdo do nutriente, presente na porção usualmente consumida em relação às DRIs.

PHILLIPI (2008) sugere a terminologia fonte, boa-fonte e excelente fonte para auxiliar na classificação de alimentos. Desta forma, alimento-fonte é aquele que contém mais de 5% do valor da DRI em uma porção usual; alimento boa-fonte é aquele que contém entre 10 e 20% do valor da DRI em uma porção usual e, alimento excelente-fonte, é aquele que contém mais de 20% do valor da DRI em uma porção usual. Considerando-se esta classificação, as castanhas de sapucaia podem ser consideradas um alimento-fonte de magnésio, uma vez que elas

contribuem com 6,13% das necessidades diárias de magnésio e alimento excelente-fonte de cobre (contribuem com 25,42% das necessidades diárias deste mineral). Cobre desempenha funções como cofator de diversas enzimas importantes no metabolismo, principalmente com função antioxidante.

Sabe-se que a composição em minerais das castanhas de diferentes regiões pode apresentar variações, que podem ser atribuídas às condições ambientais e ao solo. NAOZUKA et al. (2011) encontraram elevada concentração de fósforo e enxofre em castanhas de sapucaia. Estes autores associam a elevada concentração destes minerais à elevada concentração de proteínas nesta castanha. Realmente, o teor de aminoácidos sulfurados é bastante elevado na castanha de sapucaia (DENADAI, 2006).

**Tabela 5.** Conteúdo de minerais em castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess).

Mineral	Origem das amêndoas de sapucaia				Médias das regiões (mg.100g <sup>-1</sup> )	DRI*****	Porcentagem requerimentos diários
	Viçosa – MG* (mg.100g <sup>-1</sup> )	**Santa Rita do Passa Quatro – SP. (mg.100g <sup>-1</sup> )	***Santa Rita do Passa Quatro – SP. (mg.100g <sup>-1</sup> )	***Altos, José de Freitas e Teresina (PI) (mg.100g <sup>-1</sup> )			
Cálcio	182	172 ± 0,02	111 + 0,15	229,4	173,60	1000 mg	1,38
Magnésio	343	279 ± 0,02	155 + 0,11	449,89	306,72	400 mg	6,13
Ferro	7	3,27 ± 1,36	1,42 + 0,21	-	3,90	8 mg	3,90
Cobre	2,3	3,28 ± 1,14	-	3,00	2,86	900 µg	25,42
Zinco	4,4	4,04 ± 0,38	-	-	4,22	11 mg	3,07

\* CARVALHO et al., 2012; \*\*DENADAI et al., 2007; \*\*\*VALLILO et al., 1998; \*\*\*\*SOUZA et al., 2008, \*\*\*\*\*PHILIPPI, 2008.

## 7. Constituintes funcionais

As castanhas de sapucaia também apresentam propriedades funcionais relevantes. FERREIRA et al., 2014 verificaram que o extrato etanólico das folhas de *L. pisonis* apresentou alta atividade antioxidante e que esta atividade pode estar relacionada como altos níveis de fenóis e flavonóides. Estes pesquisadores determinaram os constituintes químicos e potencial farmacológico de extratos das folhas, brotos e das cascas das amêndoas de *L. pisonis*. Também realizaram a avaliação do potencial antioxidante e conteúdo total de fenólicos e flavonóides. O estudo fitoquímico das frações de hexano das folhas, brotos e das cascas das amêndoas resultaram no isolamento e identificação de sete triterpenóides: esqualeno, 3 $\beta$ -friedelinol, lupeol,  $\alpha$  e  $\beta$ -amirin, ácidos ursólico e oleanólico, três esteróides: sitosterol, stigmasterol e campesterol e um diterpenóide, (*E*)-fitol. O extrato etanólico das folhas apresentou a maior atividade antioxidante e os mais altos níveis de fenólicos totais e flavonóides. Dos extratos etanólicos das folhas foram isolados os flavonóides quercetina-3-*O*-rutinosídeo e canferol-3-*O*-rutinosídeo. Além dos dois flavonóides, lupeol, esqualeno e campesterol foram identificados.

Compostos similares foram encontrados por OLIVEIRA et al., (2012) numa investigação fitoquímica do extrato etanólico das folhas de *Lecythis pisonis* Cambess. Foram isolados sete triterpenos:  $\alpha$  e  $\beta$ -amyrin, uvaol e eritrodíol, ácidos ursólico e oleanólico e 3 $\beta$ -friedelinol (friedelan-3 $\beta$ -ol), assim como uma mistura dos esteróides sitosterol e stigmasterol e um diterpeno (*E*)-fitol. A mistura dos triterpenos ácidos ursólico e oleanólico isolados da fração etérea ativa mostraram toxicidade moderada. De acordo com estes pesquisadores, novos estudos fitoquímicos são necessários para se obter um melhor conhecimento sobre esta espécie.

Compostos fenólicos exercem uma função importante quando presentes no alimento. Por exemplo, além do ácido oleico, o óleo de oliva contém uma série de compostos bioativos tais como polifenóis (VISIOLI; BERNADINI; 2011), que são especialmente presentes no óleo virgem e extra-virgem, mas não no óleo refinado (SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2014). Segundo VISIOLI; BERNADINI (2011), o ácido oléico é considerado “neutro” em termos de cardioproteção, mas os compostos fenólicos, principalmente hidroxitirosol, presentes no óleo de oliva

exercem a atividade biológica, por serem potentes sequestrantes de radicais superóxido e inibem a oxidação de LDL (SCHWINGSHACKL; HOFFMANN, 2014). PÉREZ-JIMÉNEZ et al. (2007) descreveram que o consumo de óleo de oliva virgem produz um efeito antitrombótico, promovendo efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, tais como uma melhor capacidade de proteção endotelial.

SCHWINGSHACKL; HOFFMANN (2014) avaliaram, utilizando uma revisão sistemática com meta-análise, o efeito de ácidos graxos monoinsaturados e do óleo de oliva na saúde. Estes autores verificaram que o óleo de oliva e não somente ácidos graxos monoinsaturados está associado com redução dos níveis de danos cardiovasculares. Quando focando no consumo de azeite de oliva, a inversa correlação entre óleo de oliva e risco cardiovascular é consistente com o fato de que o óleo de oliva não fornece apenas ácido oleico, mas também outros compostos biologicamente ativos.

Também COSTA (2011) avaliou o teor de tocoferóis e fenólicos totais presente em alguns óleos de castanhas e nozes. De acordo com esta pesquisadora, o óleo da sapucaia apresentou  $172,00 \pm 2,60$  mg/kg de tocoferóis totais. A castanha do Brasil apresentou 122,67 mg/kg. Os tocoferóis apresentam atividade antioxidante *in vivo* e *in vitro*, sendo que o  $\gamma$ -tocoferol é o isômero de maior atividade antioxidante. Quanto ao teor de fenólicos totais, o óleo das amêndoas de sapucaia apresentou cerca de 0,65 mg equivalentes de ácido gálico/g de óleo (mg EAG/g). PORTO et al. (2011) mostraram que as castanhas de sapucaia são fonte de flavonóides e  $\beta$ -caroteno. Estes autores sugerem a realização de novos estudos devido à deficiência de informações sobre o valor nutritivo e funcional destas castanhas.

Na medicina popular, a sapucaia é utilizada no tratamento do prurido. FRANCO; BARROS, 2006 relataram que dentre as espécies com aplicações terapêuticas utilizadas no Quilombo de Olho D'água dos Pires, em Esperantina, PI, está a *Lecythis pisonis*, de ocorrência espontânea na região. As suas folhas são utilizadas na forma de banho com indicação de uso para coceira. Também SILVA et al. (2012) verificaram este efeito antiprurido das folhas de *L. pisonis*. BRANDÃO et al. (2013)

verificaram que as folhas de *L. pisonis* apresentam um efeito antinociceptivo e sugeriram que este efeito poderia estar relacionado a um mecanismo opióide, canais de  $K^{+}_{ATP}$  e modulação L-arginina-óxido nítrico.

Tradicionalmente uma infusão preparada com a casca da árvore é adstringente e usada no tratamento da diarreia, enquanto as folhas são usadas como diurético e de tônico cardíaco no chá ou infusão ou em banhos para aliviar coceira (pruridos) e as frutas são usadas no tratamento da diarreia e sífilis (BRAGA et al., 2007; DENADAI, 2006). De acordo com AGRA et al. (2007), o óleo extraído das castanhas da sapucaia pode ser usado como emoliente e contra dores musculares.

## 8. Considerações finais

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) é uma cultura de relevância para o meio ambiente. Além disso, de acordo com os dados nutricionais e farmacológicos apresentados, esta cultura apresenta potencial para desempenhar importância econômica e social fundamental para o Brasil. Parte da produção poderia ser destinada à exportação e isto contribuiria de maneira significativa para o desenvolvimento do Estado do Espírito Santo e de outras regiões brasileiras.

## 9. Referências

AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. 17(1):114-140, Jan./Mar. 2007.

BARBOUR, J. A.; HOWE, P. R.; BUCKLEY, J. D.; BRYAN, J.; COATES, A. M. Effect of 12 weeks high oleic peanut consumption on cardio-metabolic risk factors and body composition. **Nutrients**. 2015.(7)7381-7398; doi:10.3390/nu7095343.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes. Morfologia Aplicada à Sistemática de Monocotiledôneas**. Editora Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2004. 443p.

BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; GILBERT, S.; CARVALHO, M. A. C. Caracterização morfométrica de sementes de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess – Lecythidaceae). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 111 – 116, 2007.

BRANDÃO, M. S.; PEREIRA, S. S.; LIMA, D. F.; OLIVEIRA, J. P. C.; FERREIRA, E. L. F.; CHAVES, M. H.; ALMEIDA, F. R. C. Antinociceptive effect of *Lecythis pisonis* Camb. (*Lecythidaceae*) in models. **Journal of Ethnopharmacology**, 146 (2013), 180-186.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Alimentos Regionais Brasileiros**. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. 1ª edição – Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 140 p.: il. – (Série F. Comunicação e Educação em Saúde; n. 21).

CARVALHO, I. M. M.; QUEIRÓS, L. D.; BRITO, L. F.; SANTOS, F. A.; BANDEIRA, A. V. M.; SOUZA, A. L.; QUEIROZ, J. H. Caracterização química da castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) da região da Zona da Mata mineira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n.6, p. 971-977. Nov./Dec. 2012.

CARVALHO, M. G.; COSTA, J. M. C.; SOUZA, V. A. B; MAIA, G. A. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-dogurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 517-523, out-dez, 2008.

COSTA, T. **Caracterização e propriedades funcionais de óleos extraídos de castanhas e nozes**. São José do Rio Preto. SP. 2011. 121 p. Tese de Mestrado.

DALMAU, E. Sapucaia ou Cumbuca de macaco.

[http://www.terraBrasil.org.br/ecosistema/ecosist\\_sapucaia.htm](http://www.terraBrasil.org.br/ecosistema/ecosist_sapucaia.htm). Acesso em 27 de novembro de 2015.

DENADAI, S. M. S. Estudo nutricional *in vivo* e *in vitro*, com ênfase em proteínas antinutricionais e tóxicas, de amêndoas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.). 2006. **Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Convênio Rede Centro-Oeste. UNB/UFG/UFMS.** 148 p.

DENADAI, S. M. S.; HIANE, P. A.; MARANGONI, S.; BALDASSO, P. A.; MIGUEL, A. M. R. O.; MACEDO, M. L. R. *In vitro* digestibility of globulins from sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) nuts by mammalian digestive proteinases. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas. 27(3):535-543, jul-set. 2007.

FERREIRA, E. L. F.; MASCARENHAS, T. S.; OLIVEIRA, J. P. C.; CHAVES, M. H.; ARAÚJO, B. Q.; CAVALHEIRO, A. J. Phytochemical investigation and antioxidant activity of extracts of *Lecythis pisonis* Camb. **Journal of Medicinal Plants Research.** Vol. 8(8), PP. 353-360. 25 February. 2014.

FRANCO, E. A. P.; BARROS, R. F. M. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais.** Botucatu, v. 8, n.3, p. 78-88, 2006.

FREITAS, J. B. Qualidade nutricional e valor proteico da amêndoa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-cajú e castanha-do-Pará. **Universidade Federal de Goiás.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Goiânia. 2009.

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

GREEN NATION, 2013. *Lecythis pisonis* Cambess. Árvore do dia: Sapucaia. RJ. <http://www.greennation.com.br/blog/arvore-do-dia-sapucaia/2970>. Acesso em 26 de novembro de 2015.

LICHTENSTEIN, A. H.; APPEL, L. J.; BRANDS, M.; CARNETHON, M. et al. Diet and lifestyle recommendations revision 2006. A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. **Circulation**. 2006; 114:82-96.

LIM, J.; GERHART-HINES, Z.; DOMINY, J. E.; LEE, Y.; KIM, S.; TABATA, M.; XIANG, Y. K.; PUIGSERVER, P. Oleic acid stimulates complete oxidation of fatty acids through protein kinase A-dependent activation of SIRT1-PGC1 $\alpha$  complex. **Journal of Biological Chemistry**. 2013. Mar 8; 288(10): 7117-7126.

LIMA, E. A.; SILVEIRA, L. S.; MAIS, L. N.; CRISMA, A. R.; et al. Macadamia oil supplementation attenuates inflammation and adipocyte hypertrophy in obese mice. **Mediators of Inflammation**, volume 2014. Article ID 870634, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/870634>.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 1. Quinta edição. Instituto *Plantarum* de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa. SP. 2008. 384 p.

MEDEIROS, M. F. T.; ALBUQUERQUE, U. P. Food flora in 17th Century Northeast Region of Brazil in *Historia Naturalis Brasiliae*. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**. 2014, 10:50.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. The "Sapucaia" group of *Lecythis* (*Lecythidaceae*). **Brittonia**. 33(1), 1981, pp. 70-80.

NAOZUKA, J.; VIEIRA, E. C.; NASCIMENTO, A. N.; OLIVEIRA, P. V. Elemental analysis of nuts and seeds by axially viewed ICP OES. **Food Chemistry**, 124(2011)1667-1672.

NISHI, S.; KENDALL, C. W. C.; GASCOYNE, A.; BAZINET, R. P.; BASHYAM, B.; LAPSLEY, K. G.; AUGUSTIN, L. S. A.; SIEVENPIPER, J. L.; JENKINS, D. J. A. Effect of almond consumption on the serum fatty acid profile: a dose-response study. **British Journal of Nutrition**. 2014, (112),1137-1146.

OLIVEIRA, J. P. C.; FERREIRA, E. L. F.; CHAVES, M. H.; MILITÃO, G. C. G.; JÚNIOR, G. M. V.; COSTA, A. M.; PESSOA, C. O.; MORAES, M. O.; COSTA-LOTUFO, L. V. Chemical constituents of *Lecythis pisonis* and cytotoxic activity. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. 22(5):1140-1144, Sep/Oct. v 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, F.; RUANO, J.; PEREZ-MARTINEZ, P.; LOPEZ-SEGURA, F.; LOPEZ-MIRANDA, J. The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. **Molecular Nutrition and Food Research**. 2007. Oct; 51(10):1199-208.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos Alimentos - Fundamentos Básicos da Nutrição**. 2008. Barueri, SP. Editora Manole Ltda. 387 pp.

PORTO, R. L.; SANTOS, E. C.; BARROS, N. V. dos A.; CARDOSO, B. V. S.; MOREIRA-ARAUJO, R. S. R. Teor de flavonóides e  $\beta$ -caroteno em amêndoas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.). **Nutrire. Journal of the Brazilian Society for Food and Nutrition**. Vol 36. N. suplemento. 11º Congresso Brasileiro da SBAN. p. 263-263.

ROS, E. Health Benefits of Nut Consumption. **Nutrients**. 2010, 2, 652-682. doi: 10.3390/nu2070652.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. **Lipids in Health and Disease**. 2014, 13:154.

SETTALURI, V. S.; KANDALA, C. V. K.; PUPPALA, N.; SUNDARAM, J. Peanuts and their nutritional aspects – a review. **Food and Nutrition Sciences**, 2012, 3, 1644-1650.

SILVA, L. L.; GOMES, B. S.; SOUZA-NETO, B. P.; OLIVEIRA, J. P. C.; FERREIRA, E. L. F.; CHAVES, M. H.; OLIVEIRA, F. A. Effects of *Lecythis pisonis* Camb. (*Lecythidaceae*) in a mouse model of pruritus. **Journal of Ethnopharmacology**. 139 (2012) 90-97.

SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de sapucaia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. V. 30, n. 4, p. 946 – 952, 2008.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. 2011. 161 p.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; CAMPOS, N. C.; MOITA NETO, J. M. *Lecythis pisonis* Camb. nuts: characterization, fatty acids and minerals. **Food Chemistry**. 66 (1999) 197 – 200.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, S. G.; INOMATA, E. I. Caracterização química parcial das sementes de *Lecythis pisonis* Camb. (Sapucaia). **Acta Amazonica** 28(2):131-140. 1998.

VISIOLI, F.; BERNADINI, E. Extra virgin olive polyphenols: biological activities. **Current Pharmaceutical Design**. 2011; 17(8):786-804.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Report of a Joint WHO/FAO/ONU. Expert Consultation. **Protein and aminoacid requirements in human nutrition**. Geneva: WHO, 2007. 265 p. (WHO Technical Report Series, 935).

## **CAPÍTULO 2**

**Composição centesimal e caracterização do óleo das castanhas de sapucaia  
(*Lecythis pisonis* Camb.).**

## RESUMO

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) é uma espécie da família *Lecythidaceae*. Popularmente conhecida por vários nomes, dentre eles, cumbuca-de-macaco, marmitta-de-macaco e sapucaia-do-mato. É uma árvore característica das matas úmidas da costa atlântica, particularmente frequente no sul da Bahia e no norte do Espírito Santo. O objetivo deste estudo foi caracterizar as castanhas da espécie *Lecythis pisonis* Cambess, nativas do Estado do Espírito Santo, através da determinação da composição centesimal das castanhas e do arilo e avaliar as características físico-químicas do óleo extraído das castanhas. Estes parâmetros foram determinados utilizando-se métodos oficiais e o teor de carboidratos totais foi calculado por diferença. As determinações analíticas foram realizadas em triplicata e expressas como média  $\pm$  desvio padrão. Lipídeos (60,14%) e proteínas (23,33%) representaram os componentes majoritários das castanhas. O elevado teor de cinzas sugere a presença de quantidade significativa de minerais. O arilo apresentou elevado teor de carboidratos, condizente com o seu aspecto fibroso e sabor levemente adocicado. O óleo extraído das amêndoas apresentou acidez (0,39 mg NaOH/g), Índice de Iodo (93,04 g I<sub>2</sub>/100g), Índice de Peróxidos (2,9 meq/kg), e Índice de Saponificação (182,66 mg KOH/g). A baixa acidez e o baixo índice de iodo indicam, respectivamente, a boa qualidade das castanhas e sugerem uma maior concentração de ácidos graxos mono-insaturados do que poli-insaturados. Os aspectos nutricionais, que foram avaliados neste trabalho, mostram que as castanhas de sapucaias, nativas do Estado do Espírito Santo, representam uma fonte de alimentos, com alta densidade de nutrientes. Portanto, deve-se recomendar o consumo das castanhas de sapucaia na alimentação humana. Análises complementares para determinar a composição de ácidos graxos do óleo, minerais nas castanhas e de carboidratos do arilo devem ser realizadas futuramente.

Palavras-chave: análise química, *Lecythidaceae*, oleaginosas, valor nutricional, lipídeos.

## Abstract

The sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) is a kind of *Lecythidaceae* family. Popularly known by various names, among them cumbuca-of-monkey, pot-de-monkey and sapucaia of the woods. It is a tree characteristic of humid forests of the Atlantic coast, particularly frequent in southern Bahia and northern Espírito Santo. The objective of this study was to characterize the nuts of the species *Lecythis pisonis* Cambess, native state of Espírito Santo, by determining the chemical composition of the nuts and aryl, and evaluate the physical and chemical characteristics of the oil extracted from the nuts. These parameters were determined using official methods and total carbohydrate content was calculated by difference. The analytical determinations were performed in triplicate and expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Lipids (60.14%) and protein (23.33%) accounted for the major components of the nuts. The high ash content suggests the presence of significant amount of minerals. The aryl showed high levels of carbohydrates, consistent with its fibrous appearance and slightly sweet flavor. The oil extracted from the almonds presented acidity (0.39 mg NaOH / g), Iodine Index (93.04 g I<sub>2</sub> / 100g), peroxides Index (2.9 mEq / kg), and saponification Index (182.66 mg KOH / g). The low acidity and low iodine value respectively indicate the good quality of nuts and suggest a higher concentration of mono-unsaturated fatty acids than poly-unsaturated. Nutritional aspects, which were evaluated in this study show that the nuts of sapucaias, native state of Espírito Santo, represent a source of foods with high nutrient density. Therefore, one should recommend the consumption of sapucaia nuts in diet. Additional analysis to determine the composition oil fatty acids, mineral and nuts in the aryl carbohydrates should be performed in the future.

Keywords: Chemical analysis, *Lecythidaceae*, oil, nutritional value, lipids

## 1. Introdução

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) é uma espécie da família *Lecythidaceae*. É uma árvore característica das matas úmidas da costa atlântica, ocorrendo desde o Ceará até o Rio de Janeiro. É particularmente frequente no sul da Bahia e no norte do Espírito Santo (LORENZI, 2008). Atualmente, onze espécies e duas morfoespécies de *Lecythidaceae* estão registradas no Estado do Espírito Santo. Estas correspondem a 55% das espécies ocorrentes no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, o que posiciona este Estado como o segundo, depois da Bahia, com maior riqueza na família para este domínio (RIBEIRO et al., 2014).

Um estudo sobre as características físico-químicas das castanhas e do óleo permite conhecer o potencial nutricional, incluindo suas propriedades medicinais e funcionais, de interesse para a indústria farmacêutica e cosmética. Além disso, possibilita a avaliação da estabilidade química e microbiológica visando determinar parâmetros para armazenagem das castanhas.

Alguns trabalhos de pesquisa foram realizados no Brasil sobre a caracterização físico-química da castanha e do óleo da sapucaia (CARVALHO et al., 2012; COSTA, 2011; CARVALHO et al., 2008; SOUZA et al., 2008; DENADAI et al., 2007; VALLILO et al., 1999; VALLILO et al., 1998). Nestes trabalhos foram analisadas castanhas produzidas nos Estados de Minas Gerais, Piauí e São Paulo. Informações científicas sobre as propriedades físico-químicas, a composição e óleo extraído das castanhas de sapucaia nativas do Estado do Espírito Santo são inexistentes. Nas espécies de *Lecythis* as sementes são providas de arilo basal carnosos, ligado na ponta de cada uma das sementes (BARROSO et al., 2004). Pouco se sabe sobre a composição química e o valor nutricional do arilo.

Informações sobre a composição centesimal são necessárias como um indicador inicial do valor nutritivo destas castanhas. Uma avaliação da fração lipídica através do estudo de suas propriedades físico-químicas e da qualidade do óleo extraído também contribui para estabelecer o potencial de utilização destas castanhas no

Estado. Preservar estas árvores nativas em propriedades rurais, sem degradar o Bioma Mata Atlântica, traria ganhos ambientais, econômicos e sociais.

A maneira de utilizar estas castanhas na alimentação é determinada baseando-se nas características de sua composição. Fornecer informação nutricional sobre estas castanhas pode ser um incentivo para as indústrias comercializarem as castanhas ou seu óleo. Os produtos podem passar a fazer parte dos hábitos da dieta para prevenir ou minimizar a incidência de certas doenças.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar as castanhas da espécie *Lecythis pisonis* Cambess, nativas do Estado do Espírito Santo, através da determinação da composição centesimal das castanhas e do arilo e avaliar as características químicas do óleo extraído das mesmas.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 As sementes de sapucaia

As castanhas e os arilos das sementes de sapucaia foram provenientes de árvores nativas do Estado do Espírito Santo. Dois lotes da safra 2015 foram adquiridos do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural). Os frutos maduros e secos foram coletados nas cidades de Laranja da Terra e Viana, entre os dias 25 e 28 de agosto de 2015. Todas as amostras foram analisadas, em triplicata, no Laboratório de Ciências Químicas da Universidade Vila Velha (UVV).

### 2.2 As castanhas e os arilos de sapucaia

Imediatamente após o recebimento, as castanhas e os arilos foram selecionadas para remover sujidades provenientes das cascas e separados os que apresentavam injúrias. Foram beneficiados cerca de 1,5 kg de sementes e 500 g de arilos. A redução das amostras para análise foi realizada pelo método de quarteamento. Castanhas e arilos foram homogeneizados separadamente, divididos em quatro

porções, embalados em sacos de polietileno, devidamente rotulados e armazenados sob congelamento (-18°C), para análises posteriores. Para início das análises as amêndoas foram descongeladas sob refrigeração (5°C durante 12 horas).

As amêndoas foram retiradas manualmente das cascas, com o auxílio de um quebra-nozes. Em seguida, foram trituradas, utilizando-se um microprocessador doméstico para obtenção da farinha integral das amêndoas. Em seguida, a farinha foi acondicionada em recipiente de vidro, com tampa, e armazenada sob refrigeração.

## 2.3 Métodos de análise

### 2.3.1. Composição centesimal das castanhas e dos arilos

Tanto para as amêndoas quanto para os arilos, foram quantificados os teores de umidade, proteína, cinzas e lipídeos, sendo os carboidratos calculados por diferença.

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem da amostra em estufa com circulação de ar, a 105°C e pesada a cada 2 horas, até a obtenção de peso constante, de acordo com métodos oficiais descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O teor de proteínas foi determinado pelo conteúdo de nitrogênio total segundo o Método de Kjeldahl (IAL, 2008). Os valores para proteína bruta (em %) foram estimados a partir dos teores de nitrogênio, utilizando fator de conversão de 6,25.

Os lipídios totais foram determinados pelo método de extração direta com hexano (faixa de ebulição 68 – 70°C) durante 6 horas, em aparelho Soxhlet segundo método IUPAC 1.122 (IUPAC, 1979).

O teor de cinzas (resíduo mineral fixo) foi determinado por incineração em forno mufla a 550°C de acordo com IAL, 2008.

O teor de carboidratos totais, incluindo a fibra alimentar total, foi calculado por diferença, subtraindo-se de 100 as porcentagens de umidade, proteínas, lipídios totais e cinzas.

A partir dos dados da composição centesimal, o valor energético das castanhas foi calculado utilizando-se fator de correção de 4 kcal/g para os teores de proteínas e carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.

### 2.3.2. Caracterização do óleo extraído das amêndoas

Os ácidos graxos livres foram expressos em porcentagem de ácido oleico, de acordo com o método Cd 3d-63. E o Índice de acidez foi calculado multiplicando-se a porcentagem de ácidos graxos livres por 1,99 (NIELSEN, 1994).

O Índice de peróxidos, expresso em milequivalentes de peróxidos por quilograma de óleo ou gordura, de acordo com a metodologia descrita em Cd 8b-90 (AOCS, 2009).

Índice de iodo, definido como gramas de iodo absorvido por 100 g de amostra foi determinado de acordo com o método Wijs (Cd 1c-85) (AOCS, 2009).

Índice de saponificação, definido pela quantidade em miligramas de hidróxido de potássio necessária para saponificar um grama de óleo ou gordura, foi determinado de acordo com a metodologia descrita em Cd 3c-91 (AOCS, 2009).

O óleo também foi caracterizado por meio de determinação: (a) densidade específica – uso do picnômetro a 25°C, (b) Índice de refração, determinado a 40°C conforme metodologia descrita em Cc 7-25 AOCS (2009). A leitura foi feita na escala que resulta diretamente o índice de refração absoluto e (c) viscosidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Composição centesimal da farinha das amêndoas de sapucaia

As oleaginosas são relativamente estáveis durante o armazenamento, visto que seu nível de umidade é inferior ao valor crítico – cerca de 14%. Acima desse conteúdo de umidade, a respiração, o crescimento de fungos e o brotamento tornam-se problemas (BRECHT et al., 2010). Portanto, baixo teor de umidade é importante para manter a qualidade e vida de prateleira das castanhas. Com a umidade baixa, se tem uma redução na probabilidade de rancidez hidrolítica, crescimento microbiano, germinação prematura das sementes e, também, em muitos processos bioquímicos indesejáveis (COSTA, 2011).

Os valores de composição centesimal obtidos da farinha da amêndoa da sapucaia são mostrados na Tabela 1.

O resultado do teor de umidade das castanhas coletadas no Estado do Espírito Santo está consistente com os relatados para castanhas provenientes do Piauí, 3,20% (CARVALHO et al., 2008) e 2,89% (COSTA, 2011). No entanto, castanhas originárias de Minas Gerais e São Paulo apresentaram maiores teores de umidade, 10,20% e 4,92%, respectivamente (CARVALHO et al., 2012; VALLILO et al., 1998). COSTA (2011) avaliando o teor de umidade de diferentes tipos de castanhas e nozes verificaram que as castanhas apresentam teores de umidade variados (de 1,42 a 9,24%), enquanto noz pecã e noz apresentaram menores teores de umidade, 2,27 a 2,65%, respectivamente.

O controle do teor de umidade tem grande importância visando a colheita e o beneficiamento das castanhas, a conservação da germinação durante o armazenamento, a escolha do tipo adequado de embalagem para comercialização e o controle de insetos e microrganismos.

**Tabela 1.** Composição centesimal (%) em base úmida e valor calórico (kcal/100g) das castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.).

<b>Castanhas</b>	
<b>Componente</b>	<b>Gramas x 100 g<sup>-1</sup></b>
Umidade	3,87 ± 0,02*
Proteínas (N x 6,25)	23,33 ± 0,14
Cinzas	3,58 ± 0,06
Extrato etéreo	60,97 ± 0,36
Carboidratos (por diferença)	8,25
Conteúdo calórico total (kcalx100g <sup>-1</sup> )**	675,05

\* Valores de médias + desvio padrão obtidos por determinações realizadas em triplicata. \*\*O conteúdo calórico total foi calculado baseado nos seguintes valores: teor de proteínas e de carboidratos multiplicados por 4 e teor de lipídeos multiplicado por 9.

Quanto ao teor de proteínas verifica-se que *L. pisonis* é uma rica fonte protéica. O valor determinado para esta castanha no presente estudo foi de 23,33%. COSTA (2011) avaliou o teor de proteínas em diferentes castanhas e nozes. Dentre todas as amostras analisadas por esta pesquisadora, a castanha de sapucaia, proveniente do Piauí, foi a que apresentou o valor mais elevado (22,65%), seguido pelas castanhas do Brasil (16,67%). CARVALHO et al. (2012) encontraram um teor de 26,82% de proteínas em castanhas de sapucaia coletadas em Minas Gerais e VALLILO et al. (1998) encontraram teor de 19,86% para as castanhas provenientes do Estado de São Paulo. A variação no teor de proteína encontradas na literatura deve-se, provavelmente, ao local e condições de cultivo, cultivar e estado de maturação dos frutos.

A Tabela de Composição de Alimentos (TACO, 2011), apresenta dados sobre teores de proteínas de nozes e castanhas consumidas no Brasil. Dentre estas, a semente de gergelim (21,2%), amêndoa torrada e salgada (18,6%), castanha-de-cajú, torrada, salgada (18,5%), castanha-do-Brasil, crua (14,5%), semente de linhaça (14,1%) e noz crua (14,0%). Como pode ser observado, a castanha de sapucaia destaca-se pelo elevado teor de proteínas.

As castanhas de sapucaia apresentaram porcentagem de cinzas elevada, 3,58% (Tabela 1). Este teor é comparável com os teores de cinzas encontrados em sapucaia em trabalhos existentes na literatura: 3,91% (VALLILO et al., 1998), 3,43% (SOUZA et al., 2008), 3,17% (CARVALHO et al., 2012), 3,10% (CARVALHO et al., 2008). A castanha-do-Brasil apresenta um teor de cinzas similar ao da sapucaia, 3,4% (TACO, 2011). Como o teor de cinzas presente indica a quantidade de minerais que a amostra possui, então, isto sugere que as castanhas de sapucaia são ricas em minerais.

Os lipídeos da farinha de amêndoas de sapucaia foram extraídos com hexano. Este não tem a mesma eficiência para extrair lipídeos polares como outros solventes de maior polaridade. No entanto, uma das vantagens do método utilizado é que acontecem sifonagens intermitentes que renovam o solvente constantemente. Com isso estabelece-se um gradiente de concentração do óleo entre o solvente e amostra que possibilita a solubilização do óleo. Uma das mais notáveis vantagens que o método de Soxhlet apresenta é o fato de a amostra estar sempre em contacto com o solvente. Também a temperatura do sistema mantém-se relativamente alta, visto que o calor aplicado no processo de evaporação é constante. Estes fatores possibilitam a extração de uma quantidade maior de óleo em relação a outros métodos, sem a necessidade de filtração após o término da extração, pois a amostra esteve envolta no cartucho durante todo o procedimento (BRUM et al., 2009).

As amêndoas de sapucaia avaliadas apresentaram um teor de lipídeos de 60,97% (Tabela 1). Interessante observar que a safra da sapucaia foi no mês de agosto, mês ainda considerado inverno aqui no Brasil. Então, o consumo de sapucaia deveria ser incentivado no inverno, em festas juninas, por exemplo, e, não no Natal, que já significaria um longo prazo de estocagem.

O teor de lipídeos encontrados de castanhas de sapucaia de diferentes regiões do Brasil, varia de 58,62% (COSTA, 2011) a 65,99 % (SOUZA et al., 2008), com uma média de 61,24% considerando todas os trabalhos analisados na literatura de sapucaias oriundas de algumas regiões do Brasil (COSTA, 2011; VALLILO et al., 1998; CARVALHO et al., 2012; DENADAI et al., 2007; CARVALHO et al., 2008;

SOUZA et al., 2008). Essas diferenças no teor lipídico se devem, provavelmente, à influência causada na composição dos frutos pelo genótipo da espécie, condições climáticas de crescimento e interação entre genótipo e características ambientais. O teor de lipídeos é comparável ao presente em castanha-do-Brasil (63,5%) (TACO, 2011). Outras nozes e sementes apresentam menor teor de lipídeos que estas duas *Lecythidaceae*. Desta forma, de acordo com TACO (2011), nozes cruas (59,4%), sementes de gergelim (50,4%), amêndoas torradas e salgadas (47,3%), castanha-de-cajú torrada, salgada (46,3%) e linhaça (32,3%); todos apresentam menores teores de lipídeos que a sapucaia.

O teor de carboidratos totais de castanhas varia consideravelmente, dependendo das condições de crescimento, maturação, cultivar e crescimento local das amêndoas. O teor de carboidratos encontrados no presente trabalho foi de 8,25%, comparável aos valores encontrados por CARVALHO et al. (2012) e VALLILO et al. (1998) de 5,01% e 8,28%, respectivamente.

Tanto nozes quanto sementes podem constituir importante aporte energético, uma vez incluídas na dieta. Utilizando o fator de correção de 4 kcal/g para os teores de proteínas e carboidratos, e 9 kcal/g para lipídios, foi possível estimar o valor calórico das castanhas de sapucaia. Um aporte calórico de 675,05 kcal/100g foi encontrado neste trabalho. O valor calórico encontrado para sapucaia foi de 684,00 kcal/100g (VALLILO et al., 1998); 642,06 kcal/100g (COSTA, 2011) e 620,52 kcal/100g (CARVALHO et al., 2012). Valores comparáveis aos da sapucaia, ou seja, acima de 600 kcal/100g foram encontrados apenas em castanha-do-Brasil crua (643 kcal/100g) e nozes cruas (620 kcal/100g) (TACO, 2011).

### 3.2 Composição centesimal da farinha do arilo das sementes de sapucaia

Os valores de composição centesimal obtidos do arilo das sementes de sapucaia são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição centesimal (%) em base úmida e valor calórico (kcal/100g) do arilo de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.).

<b>Componente</b>	<b>Gramas x 100 g<sup>-1</sup></b>
Umidade	10,18 ± 1,39
Proteínas (N x 6,25)	4,25 ± 0,13
Cinzas	0,51 ± 0,03
Extrato etéreo	1,21 ± 0,14
Carboidratos (por diferença)	83,85
Conteúdo calórico total (kcalx100g <sup>-1</sup> )**	363,29

\* Valores de médias + desvio padrão obtidos por determinações realizadas em triplicata.

\*\*O conteúdo calórico total foi calculado baseado nos seguintes valores: teor de proteínas e de carboidratos multiplicados por 4 e teor de lipídeos multiplicado por 9.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, o baixo teor de lipídeos e elevado teor de carboidratos presentes no arilo, indicam que esta parte do fruto da sapucaia difere marcadamente das castanhas. As *Lecythidaceae* estão adaptadas à dispersão por animais (roedores, morcegos, papagaios) (BARROSO et al., 2004). Os morcegos são os principais dispersadores de suas sementes na natureza, que chega a levá-las a uma distância de cem metros da árvore. Este trabalho é muito importante para a reprodução da espécie, pois junto à árvore dificilmente as sementes germinariam, já que são muito disputadas pela fauna (DALMAU, 2015).

Considerando este padrão de dispersão das sementes, os resultados sugerem que os carboidratos são a recompensa nutricional para o morcego, em forma de alimento, na extremidade das castanhas. WANG et al. (2015) demonstraram que ocorre um acúmulo de açúcar no arilo de lichia. A expressão de um gene de uma proteína transportadora de sacarose na membrana está altamente correlacionada com o acúmulo de açúcar no arilo da lichia.

### 3.3 Caracterização do óleo da farinha das amêndoas

Os valores médios obtidos das análises de caracterização do óleo extraído das amêndoas de sapucaia são mostrados na Tabela 5. Os resultados representam a média de três repetições  $\pm$  desvio padrão das médias.

**Tabela 3.** Composição físico-química do óleo de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.)

<b>Característica</b>	<b>Valores médios*</b>
Ácidos graxos livres (%)	0,20 $\pm$ 0,01
Índice de acidez (mg KOH/g)	0,39 $\pm$ 0,01
Índice de peróxidos (meq/kg)	2,90 $\pm$ 0,47
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100g)	93,04 $\pm$ 0,28
Índice de saponificação (mg KOH/g)	183,66 $\pm$ 24,68

\*Valores de média de três repetições  $\pm$  desvio padrão da média

O Índice de acidez é definido como mg de KOH necessários para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 1 grama de óleo ou gordura (NIELSEN, 1994). Já o teor de ácidos graxos livres representa a quantidade, em peso, de um ácido graxo específico, por exemplo, o ácido oleico. Em amostras que não contêm outros ácidos livres, o Índice de Acidez e a porcentagem de ácidos livres podem ser interconvertidos. E o Índice de acidez foi calculado multiplicando-se a porcentagem de ácidos graxos livres por 1,99 (NIELSEN, 1994).

Segundo os requisitos específicos (BRASIL, 2005) a Resolução RDC n° 270 da ANVISA determina que a acidez máxima para óleos e gorduras refinados é 0,6 mg KOH/g; para óleos prensados à frio e não refinados o máximo é 4,0 mg KOH/g e para o óleo de palma virgem é 10,0 mg KOH/g. O óleo de sapucaia apresentou um índice de acidez de 0,39 mg KOH/g, um valor bem abaixo do permitido para óleos brutos, indicando a boa qualidade do mesmo. A farinha das amêndoas de sapucaia não sofreu nenhum tratamento térmico para secagem, pois isso poderia desencadear o processo de oxidação do óleo. A acidez da fração lipídica não

registrou valores elevados, ou seja, o método de extração não promoveu a hidrólise dos triacilgliceróis durante o aquecimento da extração.

O óleo das castanhas de sapucaia apresentou um baixo índice de ácidos graxos livres o que indica a boa qualidade das castanhas. Isto porque as medidas de acidez de um óleo refletem a quantidade de ácidos graxos hidrolisados dos triacilgliceróis.

O índice de peróxidos é um indicador do grau de oxidação do óleo ou gordura. O método determina miliequivalentes de peróxidos por 1 kg da amostra. Ele quantifica a formação de peróxidos ou hidroperóxidos que são os produtos iniciais da oxidação lipídica (NIELSEN, 1994). Segundo os requisitos específicos (BRASIL, 2005) a Resolução RDC nº 270 da ANVISA determina que o índice de peróxidos máximo é 10 meq/kg para óleos e gorduras refinadas e 15 meq/kg para óleos prensados à frio e não refinados. JORGE; LOPES (2003) analisando óleos utilizados em frituras utilizaram o índice de peróxidos de 10 meq/kg como parâmetro-limite máximo para descarte de óleos e gorduras.

O óleo de sapucaia apresentou um índice de peróxido de 2,9 meq/kg, bem abaixo de 15 meq/kg, estando, portanto, dentro dos padrões para óleos brutos. Também COSTA (2011) comparando características físico-químicas de diversos óleos extraídos de castanhas e amêndoas, encontrou que o óleo de sapucaia foi o que apresentou os menores valores de índice de peróxidos ( $0,27 \pm 0,02$  meq/kg). Este valor é 10 vezes menor do que o que encontramos no presente trabalho. Tal diferença pode ser atribuída aos métodos de extração do óleo. COSTA (2011) obteve o óleo de sapucaia por meio de um processo físico de extração a frio por prensa hidráulica, em temperatura ambiente e com pressão inicial de 3 e final de 12 toneladas. Como utilizamos o processo de extração a quente com hexano, com dessolventização final do óleo em estufa à 70°C, esta maior temperatura pode ter aumentado a quantidade de peróxidos, por aumentar o grau de rancidez oxidativa. Portanto, a formação de peróxidos pode ser sido causada no processo de extração e recuperação do solvente. No entanto, mesmo com a extração a 70°C, o óleo apresentou um índice de peróxidos bem abaixo dos padrões para óleos brutos.

O índice de iodo é uma medida do grau de insaturação do óleo, do número de ligações duplas carbono-carbono em relação à quantidade de óleo ou gordura.

Índice de iodo é definido pela quantidade (g) de iodo absorvido por 100 g de amostra. Uma determinada quantidade de amostra reage com uma definida quantidade de iodo. A quantidade de iodo, que resta, sem reagir é, então, usado para calcular a quantidade de iodo que foi absorvido. Quanto maior o grau de insaturação, mais iodo será absorvido; desta forma, quanto maior o índice de iodo, maior o grau de insaturação (NIELSEN, 1994). Um índice de iodo mais baixo indica tratar-se de óleos mais saturados, o que diminui a propensão à oxidação lipídica durante o aquecimento.

De acordo com o valor do índice de iodo, os óleos vegetais podem ser classificados em secativos (índice de iodo maior que 130 g I<sub>2</sub>/100 g), semi-secativos (índice de iodo de 115 a 130 g I<sub>2</sub>/100 g) e não-secativos (índice de iodo menor que 115 g I<sub>2</sub>/100 g) (COSTA, 2011). O óleo de sapucaia apresentou um índice de iodo igual a 93,04 ± 0,28 g I<sub>2</sub>/100g, classificado como um óleo não-secativo. Segundo COSTA (2011), o óleo de sapucaia extraído a frio, por prensagem, apresenta índice de iodo de 100,36 ± 0,32 g I<sub>2</sub>/100g, confirmando a classificação de não-secativo. VALLILO et al. (1999) avaliaram as características do óleo de castanhas de sapucaia coletadas em quatro regiões do Estado de São Paulo. O índice de iodo destes óleos variou de 104 a 121 g I<sub>2</sub>/100g. As castanhas originárias da região de Nova Europa – SP apresentaram o menor índice de iodo e, conseqüentemente, o menor teor de ácido linoleico e maior teor de ácido oleico. O óleo das castanhas colhidas no Estado do Espírito Santo apresentou o índice de iodo mais baixo dentre todos os óleos de sapucaia avaliados em várias regiões do Brasil. Isto sugere que ele não apresenta alto teor de ácido linoleico e, provavelmente, apresenta elevado teor de oleico; condizente com a classificação de não-secativo, como é o caso do azeite de oliva.

Índice de saponificação para o óleo da castanha de sapucaia foi 183,66 mg KOH/g. COSTA (2011) encontrou 188,83 mg KOH/g. De acordo com BRASIL (2006) o valor de índice de saponificação do óleo da castanha de sapucaia analisado neste trabalho está dentro do intervalo de índice de saponificação para óleos vegetais convencionais como canola (182 – 193 mg KOH/g), milho (187 – 195 mg KOH/g) e soja (189 – 195 mg KOH/g) (BRASIL, 2006). O índice de saponificação é inversamente proporcional a massa molecular média dos ácidos graxos dos

triacilgliceróis presentes, ou seja, um índice de saponificação elevado indica ácidos graxos de massas moleculares baixas e vice-versa.

Costa (2011) comparou a estabilidade oxidativa do óleo de sapucaia e do óleo de castanhas-do-Brasil. Estes índices médios de estabilidade oxidativa, são expressos em horas. Entre estes dois óleos, o de maior período de indução foi o óleo da castanha sapucaia (24,89 horas) seguido pelo da castanha do Brasil com 12,23 horas. Esta elevada estabilidade oxidativa do óleo de sapucaia indica que ele apresenta boa estabilidade quanto à vida de prateleira.

A Tabela 4 apresenta algumas características físico-químicas do óleo de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.). O índice de refração de uma substância é a relação entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz na substância testada. Por praticidade, as escalas utilizadas são referentes à velocidade da luz no ar e não no vácuo. O índice de refração é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites. Ele está relacionado com o grau de saturação das ligações, com o teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico da amostra (JORGE; LOPES, 2003). O índice de refração para o óleo de sapucaia foi de 1,467 a 40°C. Um único trabalho foi encontrado na literatura para índice de refração do óleo de sapucaia, o de COSTA (2011) que encontrou um valor de 1,4643 para este óleo extraído por prensagem a frio. Os valores encontrados para óleos convencionais similares ao valor encontrado para sapucaia foram: canola (1,465 – 1,467), milho (1,465 – 1,468) e soja (1,466 - 1,470) (BRASIL, 2006).

**Tabela 4.** Características físico-químicas do óleo de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.).

<b>Característica</b>	<b>Valores</b>
Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) relativa a 20°C	0,9374
Viscosidade a 40°C (μPas.s)	449,62
Aspecto a 25°C	Límpido e isento de impurezas
Cor e odor	Amarelo claro e Amendoado
Índice de refração (Raia D a 40°C)	1,467

\*Valores de média de três repetições.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As castanhas de sapucaia apresentam alta concentração de nutrientes, principalmente lipídeos e proteínas. O arilo, de sabor levemente adocicado, apresentou elevado teor de carboidratos. A baixa acidez e o baixo índice de iodo indicam, respectivamente, a boa qualidade das castanhas e sugerem uma maior concentração de ácidos graxos mono-insaturados do que poli-insaturados. Os aspectos nutricionais, que foram avaliados neste trabalho, mostram que as castanhas de sapucaias, nativas do Estado do Espírito Santo, representam uma fonte de alimentos, com alta densidade de nutrientes. Portanto, deve-se recomendar o consumo das castanhas de sapucaia na alimentação humana. Análises complementares para determinar a composição de ácidos graxos do óleo, minerais nas castanhas e de carboidratos do arilo devem ser realizadas futuramente.

#### 5. REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS). **Official and tentative methods of the American Oil Chemists Society: including additions and revisions.** 6<sup>a</sup> ed. Champaign. 2009.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes. Morfologia Aplicada à Sistemática de Monocotiledôneas.** Editora Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2004. 443p.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Óleos Vegetais Refinados. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

[http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/oleos\\_veg\\_ref\\_in\\_49\\_06.pdf](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/oleos_veg_ref_in_49_06.pdf). Acesso em 29 de novembro de 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Ministério da Saúde. Resolução ANVISA/MS - RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Óleos Vegetais, Gorduras Vegetais e Creme Vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRECHT, J. K.; RITENOUR, M. A.; HAARD, N. F.; CHISM, G. W. Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. In: **Química de Alimentos de Fennema.** DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Quarta edição. Editora ARTMED. 2010. 900 pp.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova.** Vol 32. No. 4, 849-854, 2009.

CARVALHO, I. M. M.; QUEIRÓS, L. D.; BRITO, L. F.; SANTOS, F. A.; BANDEIRA, A. V. M.; SOUZA, A. L.; QUEIROZ, J. H. Caracterização química da castanha de

sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) da região da Zona da Mata mineira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n.6, p. 971-977. Nov./Dec. 2012.

CARVALHO, M. G.; COSTA, J. M. C.; SOUZA, V. A. B; MAIA, G. A. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-do-gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 517-523, out-dez, 2008.

COSTA, T. **Caracterização e propriedades funcionais de óleos extraídos de castanhas e nozes**. São José do Rio Preto. SP. 2011. 121 p. Tese de Mestrado.

DALMAU, E. **Sapucaia ou Cumbuca de macaco**.

[http://www.terraBrasil.org.br/ecosistema/ecosist\\_sapucaia.htm](http://www.terraBrasil.org.br/ecosistema/ecosist_sapucaia.htm). Acesso em 27 de novembro de 2015.

DENADAI, S. M. S.; HIANE, P. A.; MARANGONI, S.; BALDASSO, P. A.; MIGUEL, A. M. R. O.; MACEDO, M. L. R. *In vitro* digestibility of globulins from sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) nuts by mammalian digestive proteinases. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. 27(3):535-543, jul-set. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 1ª edição digital. São Paulo. 2008.

INTERNATIONAL UNION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (IUPAC) - **Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives**. 1979. 6ª edição. Pergamon Press: Oxford, UK, pp 96-98.

JORGE, N.; LOPES, M. R. V. Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto – SP. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n.2, p.149-156, 2003.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 1. Quinta edição. Instituto *Plantarum* de Estudos da Flora Ltda. Nova Odessa. SP. 2008. 384 p.

NIELSEN, S. S. **Introduction to the Chemical Analysis of Foods**. 1994. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston. London. 530 pp.

RIBEIRO, M.; MORI, S. A.; ALVES-ARAÚJO, A.; PEIXOTO, A. L. State of knowledge of *Lecythidaceae* in Espírito Santo State, Brazil. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.)** 36:63-84. 2014.

SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de sapucaia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. V. 30, n. 4, p. 946 – 952, 2008.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. 2011. 161 p.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; CAMPOS, N. C.; MOITA NETO, J. M. *Lecythis pisonis* Camb. nuts: characterization, fatty acids and minerals. **Food Chemistry**. 66 (1999) 197 – 200.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, S. G.; INOMATA, E. I. Caracterização química parcial das sementes de *Lecythis pisonis* Camb. (Sapucaia). **Acta Amazonica** 28(2):131-140. 1998.

WANG, T. D.; ZHANG, H. F.; WU, Z. C.; LI, J. G.; HUANG, X. M.; WANG, H. C. Sugar uptake in the aril of litchi fruit depends on the apoplasmic post-phloem transport and the activity of proton pumps and the putative transporter LcSUT4. **Plant Cell Physiology**. 2015. Feb; 56(2):377-87.