

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 18/03/2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROCESSAMENTO TÉRMICO E ESTÁDIO FENOLÓGICO NA  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO JAMBU**

**KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP-Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutora  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP  
Março-2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROCESSAMENTO TÉRMICO E ESTÁDIO FENOLÓGICO NA  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO JAMBU**

**KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Giuseppina Pace Pereira Lima

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP-Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutora  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP  
Março-2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

N972p Nunes, Kelly de Nazaré Maia, 1981-  
Processamento térmico e estágio fenológico na atividade antioxidante do jambu / Kelly de Nazaré Maia Nunes. - Botucatu : [s.n.], 2016  
viii, 57 f. : fots. color., grafs. color., ils., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016  
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima  
Inclui bibliografia

1. Plantas - Compostos bioativos. 2. Flavonóides. 3. Fenologia vegetal. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA TESE: PROCESSAMENTO TÉRMICO E ESTÁDIO FENOLÓGICO NA  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO JAMBU**

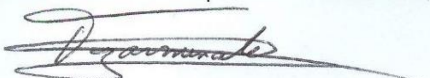
**AUTORA: KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES**

**ORIENTADORA: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA**


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA  
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA  
Depto de Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu



Prof. Dr. IGOR OTAVIO MINATEL  
Depto. de Ciências Biológicas / Faculdade Sudoeste Paulista - FSP



Profa. Dra. CAMILA RENATA CORREA CAMACHO  
Depto de Clínica Médica / Faculdade de Medicina de Botucatu



Prof. Dr. WILLIAM HIROSHI SUEKANE TAKATA  
Depto de Ciências Biológicas / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE



Profa. Dra. MAÍRA RODRIGUES ULIANA  
Depto de Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação / Universidade do Oeste Paulista

Botucatu, 18 de março de 2016.

*À minha família, pela força, amor e apoio,  
incentivo, segurança e compreensão  
na minha ausência.*

*DEDICO.*

“Eu, pois ouvi, mas não entendi; por isso eu disse: Senhor meu, qual *será* o fim destas coisas? E ele disse: Vai, Daniel, porque estas palavras estão fechadas até ao tempo do fim”

(Dn 12, 8-9)

## AGRADECIMENTOS

- ❖ Sou grata a este Deus que eu sirvo, Onipotente, Onisciente e Onipresente, pois dele veio e vem minhas forças e sabedoria, conselho e entendimento, em todo momento dos dias da minha vida nesta terra de gigantes.
- ❖ A minha família Nunes: aos meus pais Angela e Benedito, meus irmãos Elton, Keila e Everton, aos meus sobrinhos Ana Beatriz, Natan, Ítalo, Sherolen Canuto e Rosemilson Canuto e a minhas cunhadas Ana Claudia Souza e Karla, pelas orações realizadas ao meu/nosso favor. Obrigada pelo amor, paciência, apoio e conselhos.
- ❖ A Faculdade de Ciências Agrárias- UNESP, campus Botucatu-SP e ao programa de pós-graduação em Agronomia (Horticultura) pela oportunidade, conhecimento, formação em pós graduação em Agronomia/Horticultura.
- ❖ A CAPES, por ter concedido a bolsa de estudos.
- ❖ Aos professores da UNESP, em especial, Lin Chau Ming, Felipe Bonfim, e a minha inspiração Romy Goto.
- ❖ A minha doce-fera orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giuseppina Lima, pela oportunidade de ensino e educação. E não somente pela orientação que a compete, mas pela amizade, dedicação e paciência em tudo.
- ❖ Ao meu sempre e eterno amigo professor Dr<sup>o</sup>. Sérgio Gusmão da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela co-orientação, pelos ensinamentos, amizade, compreensão e conselhos.
- ❖ A EQUIPE espetacular do Laboratório do Departamento de Bioquímica/IBB, em especial a Marizete Cavalcante, Milena Borguini, Sérgio Marques, Igor Minatel e aos famosos agregados em especial a Aline Montanha, onde compartilhamos muitas ideias e risadas.
- ❖ Aos colegas da pós-graduação em Horticultura, pela amizade e apoio durante o curso.
- ❖ Aos funcionários e secretárias da fazenda São Manuel, do departamento de bioquímica do IBB, departamento de Horticultura, biblioteca, da Pós Graduação-PG meu muito obrigada.
- ❖ As parceiras de república, Ana Emília Tavares, Andreia Souza e Alaine Patrícia Moraes pela amizade, carinho, atenção, birras, e muitas, muitas risadas nestes anos de convivência.
- ❖ As ilustres amigas (os) Rosemary Silva e Luciana Pizzani, Leandro Tadeu e ao companheirismo de Fernando Scorsatto pelo carinho e aconchego, conselhos, pelas

amáveis conversas e risadas que completavam meus dias, deixando um sabor de quero mais.

- ❖ As amigas “Botocudas” Natália Lana, Amansleone Temoteo e Leysimar Pitzr pela atenção e carinho.
- ❖ Aos irmãos da Igreja Quadrangular 6º Região Terra Firme/Belém-Pará, pela amizade e orações.
- ❖ A Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/PA, pela formação acadêmica a todos os profissionais que fazem e fizeram parte desta Instituição, e aos funcionários em especial aos amigos (Deco e Alex) e aos estagiários da horta (Glena, Taís, Ítalo e Renato).
- ❖ Aos meus amigos da ITES/UFRA em especial a Adriana Pereira, Laís Castro, Daniella Silva, Fábria Corrêa, Renata Lima e Kyara Bernardes por fazerem parte das batalhas e superações profissionais, **mostrando a verdadeira essências do trabalho em equipe e a permanencia da amizade**. E aos meus eternos líderes Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmen Célia Conceição e Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Milton Mota.
- ❖ As amigas/irmãs Ana Lúcia Muniz, Luciana Muniz, Gisele Resende e Josiane Bastos que sempre estiveram presente na minha vida profissional e familiar, dividido todos os momentos de alegria e tristeza e que sempre me apoiaram em toda fase da minha vida.
- ❖ As amigas Luciana Borges e Kaliene Martins, por seus sinceros e incomparáveis conselhos e amizade.



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1. RESUMO .....	1
2. ABSTRACT .....	2
3. INTRODUÇÃO .....	3
4. OBJETIVO .....	5
4.1.  Objetivo Geral .....	5
4.2.  Objetivo Específico .....	5
5. REVISÃO DE LITERATURA .....	6
5.1.  Caracterização da espécie .....	6
5.2.  Benefícios do jambu .....	9
5.3.  Atividade Antioxidante .....	10
5.4.  Processamento térmico .....	12
6. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
6.1.  Matéria Prima .....	15
6.2.  Análise de solo e adubação .....	15
6.3.  Preparo das mudas e transplante .....	15
6.4.  Tratos culturais e manejo da área experimental .....	16
6.5.  Colheita .....	16
6.6.  Preparação das amostras .....	16
6.7.  Métodos de cocção .....	16
6.7.1.  Fervura .....	17
6.7.2.  Cozimento em micro-ondas .....	17
6.7.3.  Vapor .....	17
6.8.  Armazenamento .....	17
6.9.  Análises .....	19
6.9.1.  Teor de umidade da parte área .....	19
6.10.  Análises bioquímicas .....	19
6.11.  Análise estatística .....	21
7.1.  Teor de umidade .....	22
7.2.  Compostos fenólicos .....	23
7.3.  Flavonoides .....	25
7.4.  Carotenoides .....	27
7.5.  Clorofila total .....	29
7.6.  Ácido ascórbico (AA) .....	31
7.7.  Atividade antioxidante via DPPH e FRAP .....	32
7.8.  Análise de correlação .....	35
8.1.  Compostos fenólicos .....	39
8.2.  Flavonoides totais .....	41
8.3.  Carotenoides totais .....	41
8.4.  Clorofila total .....	42
8.5.  Vitamina C .....	43
8.6.  Atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP .....	44
9. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	46
10. CONCLUSÃO .....	48
11. REFERENCIAS .....	49

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Atividade antioxidante em porcentagem pelo método DPPH em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	33
<b>Tabela 2.</b> Atividade antioxidante pelo método FRAP em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	35
<b>Tabela 3.</b> Correlação entre as características fenóis totias (FN), flavonoides total (FL), carotenoides total (CR), clorofila total (CL), vitamina C (VT), DEPPH (DP) e FRAP (FR) em plantas de jambu na fase vegetativa, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento. ....	37
<b>Tabela 4.</b> Correlação entre as características fenóis totias (FN), flavonoides total (FL), carotenoides total (CR), clorofila total (CL), vitamina C (VT), DEPPH (DP) e FRAP (FR) em plantas de jambu na fase floração, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	38

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Inflorescência do Jambu, cultivar Nazaré (A). Frutos e sementes de jambu (B). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.....	7
<b>Figura 2.</b> Plantio hidropônico de jambu cultivar Nazaré (A) e inflorescência de jambu (B). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.....	9
<b>Figura 3.</b> Estrutura do espilantol ou afinima (YASUDA et al., 1980).....	10
<b>Figura 4.</b> Fluxograma demonstrativo do processo de cocção do jambu. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.....	18
<b>Figura 5.</b> Teor de umidade em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento..	23
<b>Figura 6.</b> Compostos fenólicos em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	25
<b>Figura 7.</b> Flavonoides em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	27
<b>Figura 8.</b> Carotenoides em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	29
<b>Figura 9.</b> Clorofila total em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	30
<b>Figura 10.</b> Vitamina C em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	32

**PROCESSAMENTO TÉRMICO E ESTÁDIO FENOLÓGICO NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO JAMBU.** Botucatu, 2016, 57p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**Autora:** Kelly de Nazaré Maia Nunes

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giuseppina Pace Pereira Lima

## 1. RESUMO

O jambu (*Spilanthes oleracea* L.) é uma hortaliça não convencional utilizada na preparação de vários pratos típicos na região norte do Brasil, no qual pode ser consumida crua ou cozida, apresentando importantes propriedades nutricionais e antioxidantes. O presente estudo tem por objetivo investigar os efeitos dos diferentes métodos e tempo de cocções na atividade antioxidante do jambu. Foi realizada a análise de variância em parcelas subdividida, no esquema fatorial de 3 métodos de cocção (fervura, micro-onda e vapor) e 3 tempos de cozimento (5, 10 e 15 min) mais o *in natura*, com 4 repetições, em triplicata. Os resultados foram apresentados como média aritmética  $\pm$  DP (desvio padrão). E a comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste *Scott-Knott* a 5 % de probabilidade. Neste estudo, observou-se que o jambu apresentou grande potencial antioxidante nas duas fases de desenvolvimento. E quanto ao processamento térmico, observou-se que a temperatura promoveu aumento ou estabilidade dos compostos antioxidantes presente na planta, promovendo efeito maior sobre os compostos fenólicos, carotenoides, clorofila total e nas atividades antioxidantes pelos métodos DPPH e FRAP para as duas fases de desenvolvimento do jambu. A vitamina C diminuiu após processamento térmico. Os flavonoides em plantas na fase vegetativa diminuíram, após cozimento, assim como a atividade antioxidante determinada pelo método FRAP em plantas na fase de floração. Diante do exposto, conclui-se que o jambu apresenta grande potencial antioxidante nas duas fases de desenvolvimento, mesmo após ser submetido ao processamento térmico. As menores perdas de compostos antioxidantes correram com o uso do vapor e o micro-ondas, cozidos por 5 minutos.

**PALAVRAS CHAVE:** *Spilanthes oleracea*, compostos bioativos, cocção, DPPH, flavonoides

**THERMAL PROCESSING AND PHENOLOGICAL STAGE IN THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF JAMBU.** Botucatu, 2016, 57p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Author: Kelly Nazareth Maia Nunes

Adviser: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Giuseppina Pace Pereira Lima

## **2. ABSTRACT**

The Jambu (*Spilanthes oleracea* L.) is an unconventional vegetables used to prepare several typical dishes in northern Brazil, which can be eaten raw or cooked, with important nutritional and antioxidant properties. This study aimed to investigate the effects of different methods and cooking cycles were evaluated time in antioxidant activity of jambu. Analysis of variance in subdivided plots was carried out in factorial 3 cooking methods (boiling, micro-wave and steam) and 3 cooking times (5, 10 and 15 min) plus fresh, with four replications in triplicate. The results were presented as arithmetic mean  $\pm$  SD (standard deviation). And the comparison between treatments was performed by test *Scott-Knott* at 5% probability. As for the thermal processing, it was observed that the temperature promoted the increase or stabilization of the antioxidant compounds present in the plant, promoting greater effect on phenolic compounds, carotenoids, chlorophyll and the antioxidant activity by DPPH methods for the two phases of development jambu. Vitamin C decreased after thermal processing. The flavonoids in plants in the vegetative stage decreased after cooking, the antioxidant activity as determined by the FRAP method at flowering plants. On the above, it is concluded that the jambu has great antioxidant potential, in both development phases, even after being subjected to thermal processing. The lower losses of antioxidant compounds ran with the use of steam and microwaves, boiled for 5 minutes.

KEYS WORD: *Spilanthes oleracea* , bioactive compounds , cooking , DPPH , flavonoid

### 3. INTRODUÇÃO

*Spilanthes oleracea* L., popularmente conhecida como jambu, é uma planta pertencente à família Asteraceae, nativa da região Amazônica. No Brasil, encontra-se com maior incidência no norte do país, principalmente no estado do Pará (CARDOSO; GARCIA, 1997), sendo indispensável na preparação de pratos típicos regionais como pato no tucupi, tacacá, saladas, massas entre outros (GUSMÃO et al., 2009) os quais são servidos nas épocas festivas, como o tradicional Círio de Nazaré e nas festas de fim de ano (BORGES; GOTO; LIMA, 2013).

Essa planta pode ser consumida de forma cozida ou *in natura* e apresenta importantes propriedades químicas e princípios ativos os quais estão presentes no caule, folhas e flores. Dentre eles estão os taninos, gomas, cumarinas, fenóis e alcaloides (FÉLIX-SILVA et al., 2014) e o espilantol responsável pelas propriedades anestésicas, que teve a estrutura desvendada por Yasuda e colaboradores (1980). Esses princípios ativos são fontes de matéria-prima para uso de medicamentos, cosméticos e bebidas. É uma planta que possui auto valor nutritivo, sendo fonte de vitaminas e compostos antioxidantes (VILLACHICA et al., 1996, ABEYSIRI et al., 2013) que participam nas regulações das funções fisiológicas de grande importância para o organismo humano.

Compostos antioxidantes combatem radicais livres (espécies reativas de oxigênio e nitrogênio) evitando danos ao DNA, lipídios, proteínas, e outras biomoléculas (PERLA; HOLM; JAYANTY, 2012; TURKMEN; SARI; VELIOGLU, 2005; ZHANG; HAMAUZU, 2004). Os principais antioxidantes são a vitamina C, vitamina E, carotenoides, polifenóis e flavonoides (PORTER, 2012).

Estas substâncias podem ser encontradas em diversas partes das plantas como frutas, folhas, caules e raízes e podem ser alteradas em condições diversas como o manejo, presença de luz, temperatura, oxigênio, pós-colheita (processamento térmico, embalagem e armazenamento) (HAMACEK et al., 2013; TURKMEN; SARI; VELIOGLU, 2005), entre outras.

Diversos vegetais são consumidos de forma crua ou processados termicamente, dentre os métodos de processamento térmico os mais utilizados são as cocções a vapor, água em ebulição, pressão, forno convencional ou forno de micro-ondas (SILVA; LOPES; VALENTE-MESQUITA, 2006). O efeito desses processamentos induz mudanças significativas na composição química, físico-química e estrutural dos alimentos, promovendo a degradação da estrutura o que melhora a palatabilidade e a digestibilidade (ALVES et al., 2011, GONÇALVES et al., 2011), mas, também podem afetar de maneira positiva ou negativa a biodisponibilidade e as concentrações de nutrientes (MAZZEO et al., 2011) os quais na maioria das vezes são perdidos ou lixiviados durante a cocção.

Em jambu, pouco é conhecido sobre o seu potencial antioxidante, principalmente após o processamento térmico. Esse fato torna-se relevante, uma vez que esta hortaliça é destinada a grandes restaurantes e para outros estados do Brasil, na forma pré-cozida. Com isso, há necessidade do desenvolvimento de tecnologias visando uma forma a qual pode ser o pré-cozimento ou à sua desidratação para a conservação dos nutrientes (HOMMA et al., 2014). No entanto, não existem relatos que apontem qual o tempo de cozimento e a melhor forma de cocção desta hortaliça para manter suas características originais, principalmente em relação aos compostos antioxidantes.

## **10. CONCLUSÃO**

Este estudo permite concluir que o jambu apresenta grande potencial antioxidante nas duas fases de desenvolvimento, mesmo após ser submetido ao processamento térmico.

As menores perdas de compostos antioxidantes correram com o uso do vapor e o micro-ondas, cozidos por 5 minutos.



## 11. REFERENCIAS

ABEYSIRI, G. R. P. I.; DHARMADASA, R. M.; ABEYSINGHE, D. C.; SAMARASINGHE, K. Screening of phytochemical, physico-chemical and bioactivity of different parts of *Acmella oleraceae* Murr. (Asteraceae), a natural remedy for toothache. **Industrial Crops and Products**, v. 50, p. 852–856, 2013.

AHMED, F. A.; ALI, R. F. M. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Fresh and Processed White Cauliflower. **Bio Med Research International**. v. 2013, p 1-9, 2013.

ALVES, N. E. G., PAULA, L. R. de, CUNHA, A. C. DA, AMARAL, C. A. A., FREITAS, M. T. de. Efeito dos diferentes métodos de cocção sobre os teores de nutrientes em brócolis (*Brassica oleracea*L. var. *italica*).]. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 507-13, 2011.

AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. K. S.; CASTRO, A. A. Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, v. 7, n. 1, p. 2011-2501, 2011.

AWAD, M. A.; DE JAGER, A.; VAN WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, v.83, p. 249-263, 2000.

BENZIE, I.; STRAIN, J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BORGES, L. da S. **Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de jambu (*Acmella ciliata* Kunth) sob adubações mineral e orgânica**. 2009. Dissertação (Mestrado/Agronomia Horticultura) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, São Paulo, Fevereiro, 2009.

BORGES, L. da S. Potencial antioxidante, óleo essencial e atividade antifúngica de plantas de jambu (*Spilanthes oleracea*), cultivadas sob adubação orgânica e convencional. 2012. Tese (Doutorado/Agronomia Horticultura) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, São Paulo, Dezembro, 2012.

BORGES, L. da S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. L. Exportação de nutrientes em plantas de jambu, sob diferentes adubações. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 107-116, 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E., BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

CAMPOS, F. M.; MARTINO, H. S. D.; SABARENSE, C. M., Pinheiro-Sant’ana, H. M. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimento e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 481-490, 2008.

CARDOSO, M. O.; GARCIA, C. **Jambu (*Spilanthes oleracea* L.) - Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA, 135, 1997.

CAVALCANTI, V. M. S. **Extração de espilantol de *Spilanthes var. oleraceae* com dióxido de carbono supercrítico**. 2008. Tese (Doutorado/Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química, Campinas, São Paulo. Abril, 2008.

CHUAH, A. M.; LEE, Y. C.; YAMAGUCHI, T.; TAKAMURA, H.; YIN, L. J.; MATOBA, T. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 20-28, 2008.

COUTINHO, L. N.; APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO M. B. Galhas e deformações em jambu (*Spilanthus oleraceae*) causadas por *Tecaphora spilanthus* (Ustilaginales). **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 283-285, 2006.

COUTINHO, M. A. S.; MUZITANO, M. F.; COSTA, S. S. Flavonoides: Potenciais Agentes Terapêuticos para o Processo Inflamatório. **Revista Virtual de Química**. v. 1, n. 3, p. 241-256, 2009.

DELLA-LUCIA, C. M.; CAMPOS, F. M.; OLIVEIRA, da S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Validação de critérios para controle de perdas de vitamina C em hortaliças preparadas em unidade de alimentação e nutrição hospitalar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 809-816, 2008.

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

DUTRA, A. de S.; FURTADO, N. A. L.; PACHECO, S.; OIANO NETO, J. Efeito do tratamento térmico na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 198-207, 2012.

EFRAIM, P.; ALVES, A. B.; JARDIM, D. C. P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 181-201, 2011.

EL-DIN, S.; ABDEL-KADER, M. H. A.; MADIHA, M.; MAKHLOUF, S. K.; MOHAMED, O. S. S. Effect of Some Cooking Methods on Natural Antioxidants and Their Activities in Some Brassica Vegetables. **World Applied Sciences Journal**, v. 26, n.6, p. 697-703, 2013.

FÉLIX-SILVA, J.; TOMAZ, I. M.; SILVA, M. G.; SANTOS, K. S. C. R.; SILVA-JÚNIOR, A. A.; CARVALHO, M. C. R. D.; FERNANDES-PEDROSA, M. F. Identificação botânica e química de espécies vegetais de uso popular no Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 3, p. 548-555, 2012.

FERRACANE, R.; PELLEGRINI, N.; VISCONTI, A.; GRAZIANI, G.; CHIAVARO, E.; MIGLIO, C.; FOGLIANO, V. Effects of Different Cooking Methods on Antioxidant Profile, Antioxidant Capacity, and Physical Characteristics of Artichoke. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 18, p. 8601-8608, 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GONÇALVES, G. A. S.; BOAS, E. V. B. V., RESENDE, J. V. de; MACHADO, A. L. L.; BOAS, B. M. V. Qualidade dos frutos do pequizeiro submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência e agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 377-385, 2011.

GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; SILVESTRE, W. V. D.; LOPES, P. R. A. Caracterização do cultivo de Jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 49, Águas de Lindóia, 2009.

HAMACEK, F. R.; DELLALUCIA, C. M.; DA SILVA, P. R.; MARTINO, H. S. D.; SANT'ANA, H. M.; MOREIRA, A. V. B. Caracterização de formulações de massa de macarrão sem glúten. **Alimentos e Nutrição = Brazilian Journal Food and Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 135-143, 2013.

HATTORI, E. K. O.; NAKAJIMA, J. N. A Família Asteraceae na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental galheiro, Perdizes, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n. 4, p. 687-749, 2008.

HIND, N.; BIGGS, N. *Acmella oleracea*: compositae. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 20, n. 1, p. 31-39, 2003.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. S.; MENEZES, A. J. E. A. de; GUSMÃO, A. A. L. de. Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Para. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 6, n. 12, p. 329-343, 2014.

HWANG, I. G.; SHIN, Y. J.; LEE, S.; LEE, J.; YOO, S. M. Effects of Different Cooking Methods on the Antioxidant Properties of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Preventive Nutrition and Food Science**. v. 17, n. 4, p. 286-292, 2012.

ISMAIL, A; MARJAN, Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, v. 87, n. 4, p. 581-586, 2004.

JANSEN, R. K. The systematics of *Acmella* (Asteraceae-Heliantheae). **Systematic Botany Monographs**, v. 8, p. 1-115, 1985.

JUNPATIW, A; LERTRAT, K; LOMTHAISONG, K; TANGWONGCHAI, R. Effects of steaming, boiling and frozen storage on carotenoid contents of various sweet corn cultivars. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 5, p. 2219-2225, 2013.

KAMEL, S. M. Effect of microwave treatments on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum Crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves. **Journal Food Processing & Technology**, v. 4, n. 6, p.1-5, 2013.

KENNY, O.; O'BEIRNE, D. The effects of washing treatment on antioxidant retention in ready-to-use iceberg lettuce. **International Journal Food Science and Technology**, v.44, n. 6, p.1146-1156, 2009.

LEMOS, V. R. **Avaliação do extrato de *Acmella ciliata* Kunth in vitro: técnicas de microscopia de fluorescência, citotoxicidade e espectroscopia no infravermelho (FT-IR)**. 2011. Dissertação (Mestrado/EngenhariaBiométrica)-Universidade Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2011.

MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, Juiz de Fora, v. 27, n. 1-2, p. 33-39, 2008.

MAISUTHISAKUL, P.; APINTANAPONG, M. Phytoconstituents and *in vitro* antibacterial activities against oral pathogens of extracts from *Phyllanthus emblica* Linn. and *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen. **Agricultural Science Journal**, v. 45, n. 2, (Suppl.), p. 141 -144, 2014.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Jambu (*Spilanthes oleracea*). **Manual de hortaliças não-convencionais**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2010.

MAZZEO, T.; N'DRI, D.; CHIAVARO, E.; VISCONTI, A.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. **Food Chemistry**, v. 128, p. 627–633, 2011.

MONROY-VÁZQUEZ, A.; TOTOSAUS, A.; GONZÁLEZ, L. R. G.; SALAZER, K. A. DE LA F. S.; GARCÍA-MARTÍNEZ, I. G. Antioxidantes I. Chile ancho (*Capsicum annum* L. *grossumsendt.*) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.) como fuentes naturales e de antioxidantes. *Ciencia y Tecnología*, v. 6, n. 6, p. 113-116, 2007.

NAKAJIMA, J. N.; SAMIR, J. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 471-178, 2001.

NASCIMENTO, J. C.; LAGE, L. F. O.; CAMARGOS, L. R. D.; AMARAL, J. C.; COSTA, L. M.; SOUSA, A. N. de; OLIVEIRA, F. Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonoides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011.

NATELLA, F.; BELELLI, F.; RAMBERTI, A.; SCACCINI, C. Microwave and traditional cooking methods: effect of cooking on antioxidant capacity and phenolic compounds content of seven vegetables. **Journal of Food Biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 796–810, 2010.

Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: IMESP, 2008.

PELLEGRINI, N.; CHIAVARO, E.; GARDANA, C.; MAZZEO, T.; CONTINO, D.; GALLO, M.; RISO, P.; FOGLIANO, V.; PORRINI, M. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 4310–4321, 2010.

PERLA, V.; HOLM, D. G.; JAYANTY S. S. Effects of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in potato tubers. **Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 161-171, 2012.

PIMENTEL, A. A. M. P. Jambu. **Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres. 1985. p. 116.

POLTRONIERI, M. C.; MÜLLER, N. R. M.; POLTRONIERI, L. S. Recomendações para a produção, de jambu: cultivar Nazaré. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. **Circular Técnica**, 11.

POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L. S. MÜLLER, N. R. M. **Jambu** (*Spilanthes oleracea*, L.) visando resistência ao carvão (*Thecaphora spilanthes*). **EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA)**. Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental. Belém, p.1-99, 1999.

POLTRONIERI, M. C.; POLTRONIERI, L. S.; MÜLLER, N. R. M. Cultivo do Jambu (*Spilanthes oleracea*, L.). **Recomendações básicas**. n. 39, out, 1998. p. 1.

POPOVA, M.; BANKOVA, V.; BUTOYSKA, D.; PETKOV, V.; NIKOLOVA-DAMYANOVA, B.; SABATINI, A. G.; MARCAZZAN, G. L.; BOGDANOV, S. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. **Phytochemical Analysis**, v.15, n 4, p. 235-240, 2004.

PORTER, Y. Antioxidant properties of green broccoli and purple-sprouting broccoli under different cooking conditions. **Research article Bioscience Horizons**, v. 5, p. 1-11, 2012.

PROVESI, J. G.; DIAS, C. O.; AMANTE, E. R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 195–202, 2011.

RAMÍREZ-ANAYA, J. del P.; SAMANIEGO-SÁNCHEZ, C; CASTAÑEDA-SAUCEDO, M. C.; VILLALÓN-MIR, M.; SERRANA, H. L-G. de la. Phenols and the antioxidant capacity of Mediterranean vegetables prepared with extra virgin olive oil using different domestic cooking techniques. **Food Chemistry**, v. 188, p. 430–438, 2015.

RAMSEWAK, R. S.; ERIKSON, A. J.; NAIR, M. G. Bioactive N-isobutylamides from the flower buds of *Spilanthes acmella*. **Phytochemistry**, v. 51, n. 6, p.729-732, 1999.

RENNA, M.; GONNELLA, M.; GIANNINO, D.; SANTAMARIA, P. Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus* L., Catalogna group) by conventional and sous vide cooking methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 9, n 4, p 656–665, 2013.

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: Oportunidades Econômicas sustentáveis**. Manaus: INPA, 405p, 2001.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. da; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P. da; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.2, p.135-140, 1998.

SAWAKI, H. K. **Estudo de sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em plantas de jambu (*Spilanthus oleracea* L.) variedade Branco ou Jambuarana.** 2000.

LO SCALZO, R.; FIBIANI, M.; FRANCESE, G.; D'ALESSANDRO, A.; ROTINO, G. L.; CONTE, P.; MENNELLA, G. Cooking influence on physico-chemical fruit characteristics of eggplant (*Solanum melongena* L.). **Food Chemistry**, v. 194, p. 835–842, 2016.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, P. T. da; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

SIMS, D. A., GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, United States, v. 81, n. 2-3, p. 337–354, 2002.

SINGLETON, V. L., ROSSI-Jr, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SONG, J.; LIU, C.; LI, D.; MENG, L. Effect of Cooking Methods on Total Phenolic and Carotenoid Amounts and DPPH Radical Scavenging Activity of Fresh and Frozen Sweet Corn (*Zea mays*) Kernels. **Czech Journal of Food Sciences**. v. 31, n. 6, p. 607–612, 2013.

SUCUPIRA, N. R.; XEREZA, A. C. P.; SOUSA, P. H. M. de. Perdas vitamínicas durante o tratamento térmico de alimentos. **Científica Ciência Biológica e da Saúde**, v. 14, n. 2, p. 121-128, 2012.

TURKMEN, N.; SARI, F.; VELIOGLU, Y. S. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. **Food Chemistry**, v. 93, n. 4, p. 713–718, 2005.



VIEIRA, L. M.; SOUZA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica. Secretaria-Pro-tempore, 1996. 367p. (TCA-SPT, 44).

VOLDEN, J.; BENGTSSON, G.; WICKLUND, T. Glucosinolatos, L de ácido ascórbico, fenóis totais, antocianinas, Antioxidantes e capacidades de Cor na couve-flor (*Brassica oleracea* L. *ssp.* Botrytis); Efeitos de armazenamento Longo Prazo congelador. **Food Chemistry**, v. 112, p. 967-976, 2009.

YAROSHEVICH, I. A.; KRASILNIKOV, P. M.; RUBIN, A. B. Functional interpretation of the role of cyclic carotenoids in photosynthetic antennas via quantum chemical calculations. **Computational and Theoretical Chemistry**, v. 1070, p. 27-32, 2015.

YASUDA, I.; KOICHI, T.; HIDEJI, I. The geometric structure of spilanthol. **Chemical e Pharmaceutical Bulletin**, v. 28, n. 7, p. 2251-3, 1980.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 503-509, 2004.

ZHANG, J.; JI, R.; HU, Y.; CHEN, J.; YE, X. Effect of three cooking methods on nutrient components and antioxidant capacities of bamboo shoot (*Phyllostachys praecox* C.D. Chu et C.S. Chao). **Journal of Zhejiang University- CIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)**, v. 12, n. 9, p. 752-759, 2011.