

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^a.Dr^a.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**

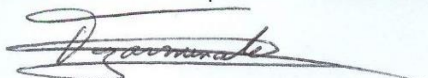
AUTORA: KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES

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^a. Dr^a. 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^o. 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^a. Dr^a. Carmen Célia Conceição e Prof^o. Dr^o. 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

	Página
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

	Página
Tabela 1. Atividade antioxidante em porcentagem pelo método DPPH em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	33
Tabela 2. Atividade antioxidante pelo método FRAP em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento.....	35
Tabela 3. 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
Tabela 4. 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

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

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo investigar os efeitos dos diferentes métodos e tempo de cocção na atividade antioxidante do jambu.

4.2. Objetivo Específico

Avaliar a atividade antioxidante e os compostos bioativos em jambu, colhidos em fase vegetativa e submetidos à diferentes métodos e tempo de cocção.

Avaliar a atividade antioxidante e os compostos bioativos em jambu, colhidos em fase reprodutiva e submetidos à diferentes métodos e tempo de cocção.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Caracterização da espécie

A família Asteraceae compreende cerca de 25.000 espécies e aproximadamente 1.600 gêneros. No Brasil, abrange 196 gêneros e 1.900 espécies. Esta família vem sendo estudada por muitos anos, não somente quanto sua morfologia, anatomia, ontogenia e ecologia, mas também quanto as suas características fotoquímicas, citogenéticas e a estrutura macromolecular (NAKAJIMA; SEMIR, 2001, HATTORI; NAKAJIMA, 2008).

O gênero *Spilanthes* é largamente distribuído ao redor do mundo, em regiões tropicais e subtropicais (RAMSEWAK; ERIKSON; NAIR, 1999). É uma planta originária da América do Sul (Brasil, Colômbia, Guianas e Venezuela). Há relatos do seu cultivo na Índia, América Central e em alguns países da Europa (CARDOSO; GARCIA, 1997).

Neste gênero, destaca-se o jambu (*Spilanthes oleracea* L., 1767), comumente encontrado nas pesquisas e referências científicas pelo nome de *Spilanthes acmella* var. *oleracea* (L.) ou *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen (1985), sinônimas botânicas (CAVALCANTI, 2008). Também encontram-se as seguintes sinônimas: *Cotula pyretharia* L., *Pyrethrum spilanthus* Medik, *Spilanthes fusca* MART, *Bidens fervida* Lan,

Bidens fusca Lan, *Isocarpa pyrethrarica* (L.) Cass, *Spilanthes radicans* Schrad (LEMOS, 2011).

A planta é herbácea de cultivo anual, atingindo 20 a 30 cm de altura, porte semi-ereto com hábito também rastejante. Apresenta caule cilíndrico, carnoso e ramificado, com raiz principal pivotante e ramificações laterais. As folhas são simples, longo-pecioladas opostas e membranáceas (PIMENTEL, 1985).

Referente à morfodiagnose (morfologia e anatomia) da planta, estudos botânicos realizados por Félix-Silva e colaboradores (2012) mostram que as folhas possuem:

Tricomastectores unicelulares de formato acicular medindo entre 208-260 μm e tricomas tricolares abundantes medindo entre 227,5-357,5 μm , epiderme com células com formato irregular e contorno sinuoso em forma de quebra-cabeça (“jogo de encaixe”), estômatos com células reniformes e parênquima repleto de glândulas de óleo essencial.

A inflorescência é disposta em capítulo globosa terminal de coloração amarela e longo-pendulado (Figura 1A), com flores hermafroditas. A flor é considerada como auto-polinizadora, chamado de cleistogamia, ocorrendo quando os estiletes crescem ultrapassando as anteras e ao despontar no exterior os estigmas já se encontram cheios de pólen (POLTRONIERI; POLTRONIERI; MÜLLER, 1999). A planta floresce durante todo o ano nos trópicos e durante o início do verão em regiões temperadas (HIND; BIGGS, 2003).

O fruto é do tipo aquênio pequeno, oblongo, marginado, aristado, com pericarpo cinza-escuro envolvido por partes membranáceas. As sementes são achatadas e de tamanho diminuto (Figura 1B) onde 1 grama com impurezas (restos de infrutescências), encontram-se cerca de 2.000 sementes (CARDOSO; GARCIA, 1997).



Figura 1. Inflorescência do Jambu, cultivar Nazaré (A). Frutos e sementes de jambu (B). Belém-PA, 2015.

A propagação da planta é feita por sementes, geralmente a lanço no canteiro ou através de mudas. A germinação ocorre aproximadamente entre 5 a 7 dias após a semeadura. Outra forma de propagação é o enraizamento de ramos, encontrado em hortas domésticas e cultivada com finalidade comercial por pequenos agricultores. O espaçamento varia entre de 20 a 25 cm (MAPA, 2010).

A planta apresenta ótimo desenvolvimento em regiões de clima quente e úmido, com adaptabilidade a solos com boa umidade e drenagem e rico em matéria orgânica (REVILLA, 2001; VILLACHICA et al., 1996; GUSMÃO et al., 2009). É uma planta que necessita de muita água, portanto, a irrigação pode ser feita de preferência por aspersão ou por gotejamento, sendo realizadas duas vezes ao dia ou de acordo com as exigências da cultura (POLTRONIERI; POLTRONIERI; MÜLLER, 1998).

A colheita dos ramos, seguindo manejo adequado e apropriado suprimento hídrico, podem ser feitas a partir de 45 a 50 dias após o início da germinação, à medida que eles atingem bom tamanho, em torno de 20 a 30 cm (MAPA, 2010). No Estado de São Paulo, a espécie de jambu tem apresentado, geralmente, ciclo de 90 dias (BORGES, 2009).

A cultivar Nazaré (Figura 2) é a mais desenvolvida nas regiões do estado do Paraná e no estado de São Paulo, particularmente na cidade de Botucatu, pelo Grupo Centroflora, para extração de óleo essencial. Esta cultivar foi lançada em 1999, pela Embrapa Amazônia Oriental, com a finalidade de oferecer uma planta mais resistente, com identidade genética definida e com características de boa produção de folhas, precocidade e resistência a doenças como o “carvão do jambu” causada pelo fungo *Thecaphora* sp. (POLTRONIERI; MULLER; POLTRONIERI, 2000).

A planta apresenta os mesmos hábitos de crescimento e condições climáticas da região amazônica. Ainda, segundo estes mesmos autores, a inflorescência desta nova variedade se destaca entre as demais espécies por apresentar capítulos grandes, subglobosos de cor amarelo-intensa (Figura 1A).

Foto: Kelly Nunes, Belém-PA, 2014.



Figura 2. Plantio hidropônico de jambu cultivar Nazaré (A) e inflorescência de jambu (B). Belém-PA, 2014.

5.2. Benefícios do jambu

O jambu é uma hortaliça conhecida também como não convencional, muito utilizada na culinária paraense, empregada em alguns pratos típicos regionais, como pato no tucupi, tacaca (POLTRONIERI; POLTRONIERI; MÜLLER, 1999b, GUSMÃO et al., 2009), arroz paraense, massas como pizza, entre outros.

Na preparação de pratos típicos, são utilizadas as folhas e os caules da planta os quais são cozidas sob fervura. As folhas, também são usadas “*in natura*” para compor saladas e também em pratos mais sofisticados, já as flores servem como artifícios decorativos.

Além do uso no preparo de pratos típicos, o jambu possui grande importância na medicina popular. As folhas e flores são utilizadas contra infecções da boca e garganta, cálculos da bexiga (POLTRONIERI; POLTRONIERI; MÜLLER, 1999b) e as infusões são usadas para o tratamento da dispepsia, malária, sendo recomendado como antibiótico e anestésico (COUTINHO; APARECIDO; FIGUEIREDO, 2006).

Tais efeitos são devido aos compostos presentes na planta, responsáveis por uma variedade de propriedades terapêuticas, tais como: taninos, gomas, cumarinas, fenóis e alcaloides (FÉLIX-SILVA et al., 2014, MAISUTHISAKUL; APINTANAPONG, 2014), assim como, óleo essencial, saponinas, espilantinas, afinina, filoesterina, colina, triterpenóides e, principalmente, o espilantol (Figura 3) responsável

pelas propriedades anestésicas, que teve a estrutura descrita por YASUDA e colaboradores (1980).

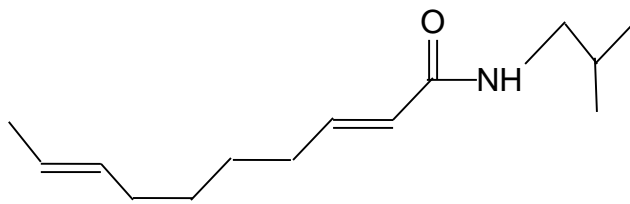


Figura 3. Estrutura do spilantol ou afinima (YASUDA et al., 1980).

O efeito curativo desta espécie foi confirmado em estudos químicos e farmacológicos de seu óleo essencial, revelando a existência de substâncias com atividades medicinais, evidenciando que a planta apresenta também potencial para uso na indústria farmacêutica, cosmética, e na fabricação de produtos de propriedades inseticidas (CARDOSO; GARCIA, 1997).

Em decorrência de seu potencial terapêutico e ao crescente interesse da indústria de cosméticos, nos últimos anos a planta vem sendo cultivada nas regiões Centro Oeste e Sudeste do Brasil (CAVALCANTI, 2008).

Esta espécie é muito importante como fonte de renda para os agricultores familiares dos estados da região Norte em especial nos municípios do Pará. É considerada como uma planta de valor econômico, por apresentar múltiplos usos tais como aromatizante de alimento, na culinária, para fins medicinais e ornamentações, reunindo elementos essenciais para formação de um sistema sustentável (GUSMÃO et al., 2009; HIND; BIGGS, 2003).

5.3. Atividade Antioxidante

O valor nutricional é um dos principais fatores que conduzem ao interesse crescente pelo consumo de frutas e hortaliças, que são fontes de diferentes nutrientes e antioxidantes naturais oferecendo benefícios à saúde, reduzindo o risco de doenças crônicas e contribuindo para uma dieta saudável (VIEIRA et al., 2011).

Os antioxidantes podem apresentar de diversas formas de proteção, agir em várias etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos de ação e podem ser classificados como antioxidantes primários e secundários (SILVA et al., 2010).

Os antioxidantes primários são aqueles que reagem com espécies reativas de oxigênio (ERO), os quais possuem diversas formas de ativar este oxigênio, que incluem os radicais livres como íons superóxido (O_2^-) e as hidroxilas (-OH) (MONROY-VÁZQUEZ et al., 2007). Os antioxidantes secundários retardam a reação de auto-oxidação por diferentes mecanismos, que incluem complexação com metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (LUIZA; JORGE, 2009).

No corpo humano, os radicais livres, ocorrem naturalmente durante ações catalíticas de enzimas, no metabolismo celular ou pela exposição de fatores exógenos. Um organismo encontra-se sob estresse oxidativo, quando ocorre um desequilíbrio entre sistemas pró-oxidantes e antioxidantes (NASCIMENTO et al., 2011).

Quando em excesso, estes radicais livres são combatidos pelos antioxidantes, ou seja, sua função principal está em atrasar a oxidação de outras moléculas através da inibição ou propagação de reações em cadeia de oxidação por radicais livres e que podem reduzir o dano oxidativo (ISMAIL; MARJAN; FOONG, 2004).

Os principais antioxidantes que oferecem proteção contra os radicais livres são a vitamina C, carotenoides, polifenóis e flavonoides (PORTER, 2012). Os compostos fenólicos ou polifenóis são produtos do metabolismo secundário de plantas, sintetizados a partir de duas principais vias primárias: via do chiquimato e via do acetato (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011). Eles podem ser classificados como fenóis simples, ácidos fenólicos, derivados de ácido hidroxicinâmico e os flavonoides (ISMAIL; MARJAN; FOONG, 2004). Estão presentes nas plantas, funcionando principalmente como agente de proteção, conferindo alta resistência à microrganismos e pragas. Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência (ROCHA et al., 2011).

Os flavonoides são derivados da reação de condensação do ácido cinâmico com grupos malonil-CoA, que pertence a uma classe de compostos fenólicos que se diferenciam pelo seu nível de oxidação verificado em suas estruturas químicas, podem ser classificados como flavonas, isoflavonas e flavononas (presentes principalmente em leguminosas); antocianinas (responsáveis pela pigmentação em flores, frutos e outros

tecidos) e catequinas (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011, CASTRO et al., 2014). São responsáveis pelos pigmentos presentes na maioria das plantas, concentrando-se em cascas de árvores, raízes, talos, flores, folhas. As principais fontes de flavonoides incluem frutas, sementes e hortaliças (COUTINHO; MUZITANO; COSTA, 2009, MACHADO et al., 2008).

Os carotenoides e clorofilas também provenientes do metabolismo secundário são compostos lipossolúveis, existentes na maioria dos organismos e sintetizados apenas em plantas e células bacterianas (YAROSHEVICH; KRASILNIKOV; RUBIN, 2015).

Assim como os demais antioxidantes, as vitaminas também são amplamente distribuídas nos produtos de origem vegetal, sendo encontradas em frutas e hortaliças. A vitamina C é representada por dois componentes que possuem atividade biológica conhecida como ácido desidroascórbico (DHA) e o ácido ascórbico (AA) sendo este último o principal (DELLA-LUCIA et al., 2008). É uma vitamina cetolactona de seis carbonos, que se oxida facilmente de forma reversível, produzindo ácido dehidroascórbico permanecendo ainda com suas propriedades de vitamina C (SUCUPIRA et al., 2012).

5.4. Processamento térmico

O cozimento destes vegetais podem ser efetuados de diversas maneiras e em tempos diferentes como em água em ebulição, a vapor ou calor seco, variando o tipo de equipamento empregado, como por exemplo, fogão convencional e forno de micro-ondas (CAMPOS et al., 2008).

No entanto, o cozimento induz mudanças significantes na composição física, química e bioquímica dos alimentos, muita das vezes ocasionando a oxidação e a degradação dos compostos antioxidantes e ou dos nutrientes pelo efeito do calor, que são lixiviados para a água durante o cozimento (PELLEGRINI et al., 2010).

Por outro lado, a cocção origina o amolecimento e a ruptura de componentes celulares, aumentando a biodisponibilidade de muitos fitoquímicos e melhorando assim, a qualidade nutricional e funcional dos produtos hortícolas, devido a liberação das moléculas (PELLEGRINI et al., 2010, AHMED; ALI, 2013).

Os carotenoides presentes nos vegetais não são alterados após o tratamento térmico, entretanto, o calor extremo pode resultar na destruição oxidativa (AHMED; ALI, 2013), pois são compostos instáveis sob altas temperaturas. Outros fatores

que podem contribuir para as modificações da estabilidade durante o processamento de cozimento são: presença ou ausência de luz, temperatura de armazenamento, quantidade de água, entre outros (PROVESI; DIAS; AMANTE, 2011).

A vitamina C é um antioxidante que também tem sua composição afetada pelo aquecimento, ar, água, luz, oxigênio ou calor, levando à degradação e consequentemente a diminuição de seu conteúdo (ALVES et al., 2011). O processamento pós-colheita e o armazenamento também podem afetar significativamente o teor de vitamina C de frutas e hortaliças, devido as altas temperaturas que são submetidas, dependendo também do tempo de exposição ao calor e do método de cocção utilizado (AQUINO et al., 2011).

Diversos estudos têm demonstrado que o processamento térmico provoca alterações nos antioxidantes dos vegetais. Avaliando três métodos de cozimento (ebulição, vapor e fritura), Zhang e colaboradores (2011) observaram que o processamento térmico causou decréscimo do ácido ascórbico (AA), compostos fenólicos (CF) e da capacidade antioxidante. Os autores relataram que a retenção do AA foi maior no cozimento a vapor do que em fervura em panela tampada. Estudo realizado por Chuah e colaboradores (2008) demonstrou que a maioria das substâncias antioxidantes em pimentas coloridas são transferidas para água durante o processo de ebulição. O cozimento em água fervente bem como o tempo de processamento, provocaram perdas da atividade antioxidante de vários vegetais estudados por Kenny e O'Beirne (2009). Avaliando diferentes métodos de cocções em pimentas verdes, Hwang e colaboradores (2012) observaram que o conteúdo de AA, carotenoides, polifenóis totais, e atividades antioxidantes foram significativamente afetados pelos processos de cozimento sob fervura e vapor, quando comparado com a fritura. Analisando o efeito de alguns métodos de cozimento e a atividade antioxidantes de algumas brássicas, El-Din e colaboradores (2013) observaram que a atividade antioxidante diminuiu significativamente após cozimento, concluíram que o cozimento em micro-ondas foi melhor do que o uso da fervura para retenção da vitamina C, caroteno, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante nos vegetais testados. Estudando os métodos de cocções para verificações dos antioxidantes em alcachofra, Ferracane e colaboradores (2008) observaram que as concentrações dos ácidos cafeoilquínicos aumentaram após processamento térmico, relataram ainda que a capacidade antioxidante aumentou significativamente após o cozimento a vapor (até 15 vezes) e de ebulição (até 8 vezes)

Esses estudos confirmam que a temperatura é um fator determinante para a degradação da estrutura do vegetal (HAMACEK et al., 2013) causando rompimento da parede celular, liberando alguns compostos antioxidantes solúveis a partir de ligações ésteres insolúveis de suas matrizes (DEWANTO et al., 2002, MAZZEO et al., 2011, EL-DIN et al., 2013). Uma vez que em contato com água em temperaturas elevadas e por tempo de cozimento, ocorre aumento da área de superfície dos tecidos, causando estresse das paredes celulares (PORTER, 2012) liberando de forma positiva ou negativa estes compostos.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Matéria Prima

O material vegetativo foi produzido no Setor de Olericultura, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)-Belém/PA (01°26' 00'' latitude Sul e 48° 26' 00'' longitude Oeste, altitude de 10 metros).

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação com as laterais abertas) utilizando a cultivar Nazaré.

6.2. Análise de solo e adubação

Com base no resultado da análise química do solo (pH em água= 6,08, MO= 6,30 g.kg⁻¹; P= 58,20 mg.dm⁻³; K= 0,043 cmolc.dm⁻³; Ca= 3,61 cmolc.dm⁻³ e Mg= 2,67 cmolc.dm⁻³), foi realizada a adubação de plantio com 2 L m⁻² de cama de aviário curtido (C= 32 %, N= 1,6 %, C/N= 20 %, P₂O₅= 1,5 %, Ca= 2,33%, K= 1,76 % e Mg= 0,78 %). As adubações em cobertura foram realizadas semanalmente aplicando-se 5 g.m⁻² de ureia.

6.3. Preparo das mudas e transplante

As mudas foram obtidas a partir da semeadura realizada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, contendo substrato comercial pó de coco, com

aproximadamente 5 sementes por célula. O transplante foi realizado manualmente quando as mudas apresentaram seis folhas definitivas e sistema radicular bem desenvolvido. O espaçamento adotado foi de 0,20 cm entre linhas e 0,20 cm entre plantas.

6.4. Tratos culturais e manejo da área experimental

A irrigação foi feita por aspersão, sendo efetuadas duas vezes ao dia. A capina foi realizada de acordo com a necessidade da área.

6.5. Colheita

A colheita das plantas em fase vegetativa foi feita aos 51 dias após o semeio, quando as plantas apresentavam formação de folhas, entretanto, sem formação de pendão floral. As plantas em fase reprodutiva foram colhidas aos 64 dias após o semeio, quando as inflorescências apresentavam aquênios imaturos. Ambas as colheitas foram realizadas no período da manhã.

6.6. Preparação das amostras

Após a colheita da parte aérea, as amostras foram transportadas ao laboratório de processamento mínimo do Setor de Olericultura-UFRA-Belém/PA, onde foram lavadas em água corrente para retirada dos resíduos do campo, seguida de lavagem com água deionizada e dispostas em papel toalha para secagem em temperatura ambiente.

Nas amostras das plantas colhidas durante a fase de floração, foi feita a separação e descarte das inflorescências das plantas, sendo utilizados para os tratamentos somente as folhas e caules.

Foram separadas 4 porções de 300 gramas de amostras frescas para cada tipo de cocção, e outra parte de 300 gramas foi mantida *in natura*.

6.7. Métodos de cocção

Para todos os métodos de cocção foram adicionados 300 g de amostra em 1000 mL de água. A contagem do tempo de cozimento foi medida no momento em que as amostras foram colocadas na água fervente.

As cocções foram feitas nos tempos de 5, 10 e 15 minutos de acordo com o tratamento. Após os tempos propostos de cozimento, as amostras foram retiradas do recipiente e arrefecida (esfriada) à temperatura ambiente.

6.7.1. Fervura

A cocção por fervura foi realizada em panela de aço inox sem tampa (Tramontina[®]) contendo 1000 mL de água destilada. Após o ponto de ebulição da água (água fervente) o jambu foi adicionado e retirado após o tempo de cozimento referente a cada tratamento.

6.7.2. Cozimento em micro-ondas

O jambu foi colocado em um recipiente de plástico (sem tampa) específico para utilização em micro-ondas (marca Electrolux, modelo MEF41, 127 V) contendo 1000 mL de água destilada fervente (bulição da água). O tempo de cozimento foi medido a partir do momento em que as amostras foram imersas na água e cozida de acordo com o tempo proposto.

6.7.3. Vapor

O jambu foi vaporizado em um cesto com tampa, suspenso acima de uma panela de inox (Tramontina[®]) contendo 1000 mL de água fervente e o tempo de cozimento foi medido a partir do momento em que as amostras foram suspensas na água fervente.

6.8. Armazenamento

Após todos os tratamentos, as amostras foram mergulhadas em nitrogênio líquido, embaladas em sacos de polietileno de alta densidade, seladas e armazenadas em freezer horizontal (-20°C) e posteriormente liofilizadas a -56°C (Liofilizador modelo L101, marca Liotop) e embaladas a vácuo em plásticos de alta densidade.

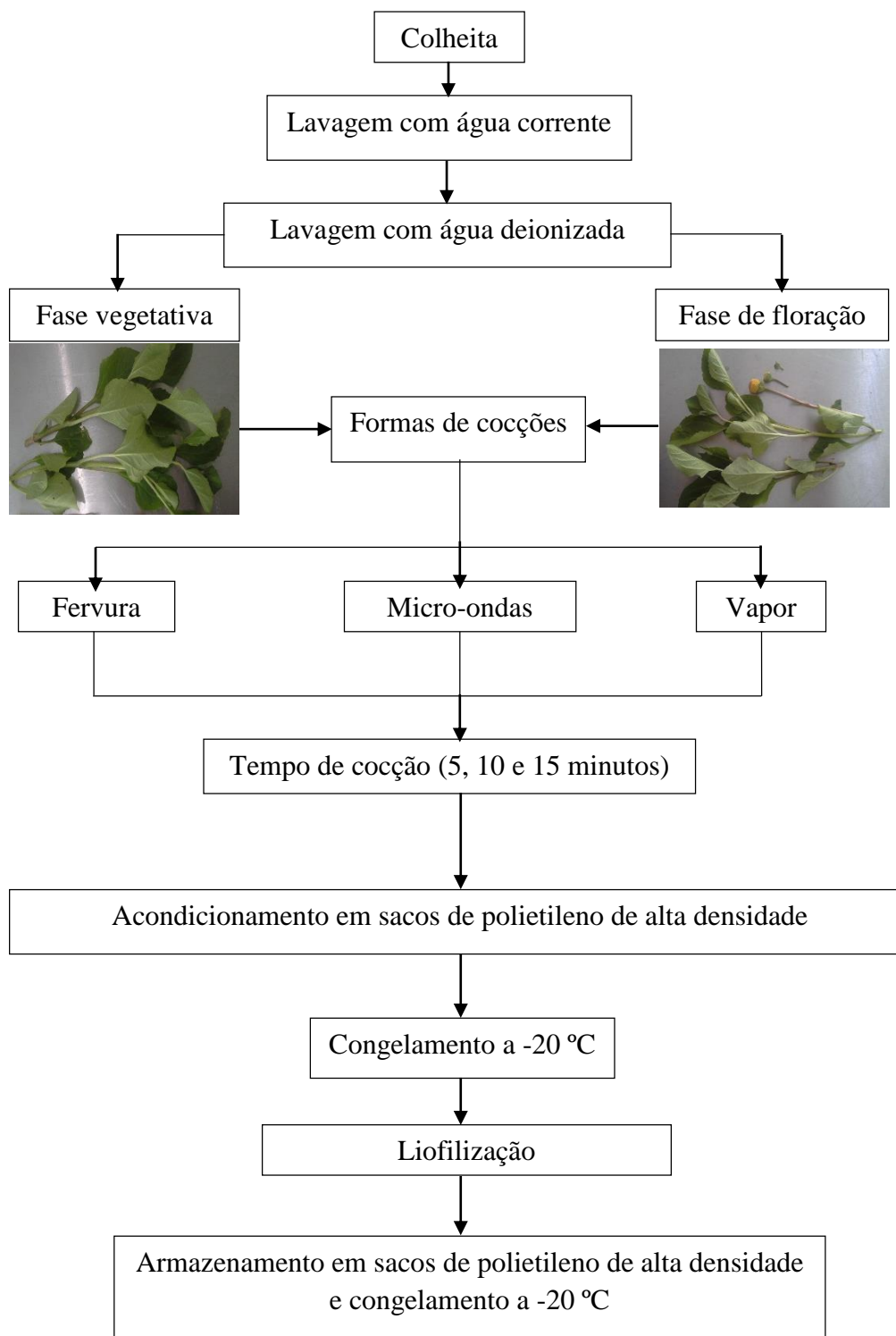


Figura 4. Fluxograma demonstrativo dos processos de cocção do jambu. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

Para as realizações das análises bioquímicas, as amostras foram condicionadas em isopor com gelo seco e transportadas, via aérea, para o Departamento de Química e Bioquímica/IB, no município de Botucatu/SP, onde foram maceradas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer (-20 °C) até o momento das análises bioquímicas.

6.9. Análises

6.9.1. Teor de umidade da parte área

A determinação de umidade foi realizada, utilizando quatro plantas de cada tratamento, que foram levadas para estufa com circulação forçada 70 °C sendo estas pesadas após 24 horas. A variável foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\% U = \frac{(PI - PF)}{PI} \times 100$$

Onde:

PI- peso inicial do material fresco;

PF- peso final do material seco.

6.10. Análises bioquímicas

6.10.1. Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado segundo o método espectrofotométrico com o uso do reativo de Folin-Ciocalteu. 15 mg das amostras foram pesadas e adicionadas 5 mL de acetona 50 %. Após 20 minutos em banho ultrassônico, as amostras foram centrifugadas a 5.000 rpm (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R), durante 10 minutos. O sobrenadante foi recolhido e o precipitado submetido novamente ao mesmo processo, e finalmente, os sobrenadantes foram combinados e a análise dos fenóis totais foi feita baseada no método proposto por Singleton e Rossi-Jr. (1965). A leitura foi realizada a 725 nm (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000), e os resultados expressos em mg 100 g⁻¹, em equivalente de ácido gálico em massa seca.

6.10.2. Determinação de flavonoides

Os flavonoides foram quantificados de acordo com a metodologia de Santos e Blatt (1998) e Awad e colaboradores (2000). Foram pesadas 25 mg de amostras

secas, e homogeneizadas com metanol acidificado a 10 % (85:15 v/v) e levado para banho ultra-sônico por 30 minutos. Após adição de cloreto de alumínio 5% (m:v), as amostras foram submetidas a centrifugação por 20 minutos a 10.000 rpm, a 5 °C (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R). A leitura foi realizada a 425 nm de absorvância (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000) e os resultados foram expressos em mg de flavonoides totais de quercetina g⁻¹ de massa seca.

6.10.3. Determinação de Carotenoides totais e clorofila total

A quantificação dos carotenoides e clorofila total foram determinadas segundo o método proposto por Sims; Gamon (2002). 10 mg de amostras secas foram pesadas, e homogeneizadas com acetona tamponada Tris 80% pH 7,8. Após centrifugação (5 min, 2.000 rpm (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R), 4° C), o sobrenadante foi recolhido para determinação dos teores de carotenoides e clorofila total (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000) e os resultados obtidos através das equações abaixo e os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de massa seca.

$$\text{Clo A: } 0,01373 (A_{663}) - 0,000897 (A_{537}) - 0,003046 (A_{647})$$

$$\text{Clo B: } 0,02405 (A_{647}) - 0,004305 (A_{537}) - 0,005507 (A_{663})$$

$$\text{Antocianina: } 0,08173 (A_{537}) - 0,00697 (A_{647}) - 0,002228 (A_{663})$$

$$\text{Carotenoides: } \frac{\{A_{470} - [17,1 \times (\text{Clo A} + \text{Clo B}) - 9,479 \times \text{Antocianina}]\}}{119,26}$$

6.10.4. Ácido Ascórbico

A vitamina C foi determinada pelo método de Tillmans, feito por titulometria, baseando-se na redução do corante 2,6 diclorofenol-indofenol pelo ácido ascórbico. O ácido ascórbico foi colocado para reagir com o indicador oxidado o 2,6 diclorofenol-indofenol (DCFI) de forma a produzir um composto incolor (IAL, 2008). Foram pesadas cerca de 2 g de amostras processadas, diluídas em 30 mL de ácido oxálico a 1 % e, posteriormente, titulada com DCFI. O teor de ácido ascórbico foi expresso em mg equivalente em ácido ascórbico 100 g⁻¹ de massa fresca.

6.10.5. Atividade antioxidante pelo método pelo DPPH• (1,1-difenil-2-picril hidrazina)

Foi utilizado o método proposto por Brand-Williams e colaboradores (1995). A solução de DPPH• foi preparada a 2.10⁻⁴ g mL⁻¹. Foram pesadas 60 mg de amostras secas diluídas em etanol e levadas por 15 minutos em banho ultra-sônico. Em seguida

centrifugadas por 10 minutos a 6.000 rpm (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R). A leitura foi realizada a 517 nm (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000) e os resultados expressos em porcentagem de atividade antioxidante usando a fórmula:

$$\% \text{ DPPH reduzido} = \left(\frac{\text{Abs Branco} - \text{Abs Amostra}}{\text{Abs Branco}} \right) \cdot 100$$

6.10.6. Atividade antioxidante pelo método FRAP (*Ferric reducing antioxidant power*)

Para a extração foram pesadas 15 mg de amostras secas e diluídas em 10 mL de metanol puro, agitadas em banho ultra-sônico por 10 minutos, estas foram centrifugadas a 6.000 rpm (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R) por 10 minutos a 5°C. Após centrifugado foi pipetado 30 µL do sobrenadante, adicionado 90 µL de água destilada e por último 900 µL do reagente FRAP aquecido a 37 °C. A leitura foi realizada a 594 nm (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000). Com base na calibração com FeSO₄, a atividade foi expressa em mmol Fe²⁺/kg de massa seca (BENZIE; STRAIN 1996).

6.11. Análise estatística

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 ± DP (desvio padrão). E a comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste *Scott-Knott* a 5 % de probabilidade.

7. RESULTADOS

7.1. Teor de umidade

O teor de umidade em massa fresca foi de 91,34 % em jambu na fase vegetativa e de 90,37 % em jambu na fase de floração (Figura 5A e 5B). Após cozimento, o jambu na fase vegetativa e de floração apresentou maior teor de umidade, tanto para a fervura como em micro-ondas. O cozimento a vapor foi o tratamento que proporcionou menores teores de umidade do jambu entre os métodos de cocções.

Na fase vegetativa, a umidade do jambu foi maior quando cozida sob fervura por 10 minutos (93,56 %), em micro-ondas o tempo de cozimento não apresentou diferença (92,96 %), sendo maior que o vegetal cru, enquanto que, no vapor a maior umidade foi no cozimento por 15 minutos (89,99 %), embora esta concentração seja menor do que o encontrado no vegetal cru (Figura 5A).

Na fase de floração, após cozimento do jambu, observou-se maior teor de umidade sob fervura no tempo de 5 e 10 minutos (93,09 %), em micro-ondas por 15 minutos (93,27 %) e aos 5 minutos no cozimento a vapor (90,91 %) comparado ao vegetal cru (Figura 5B).

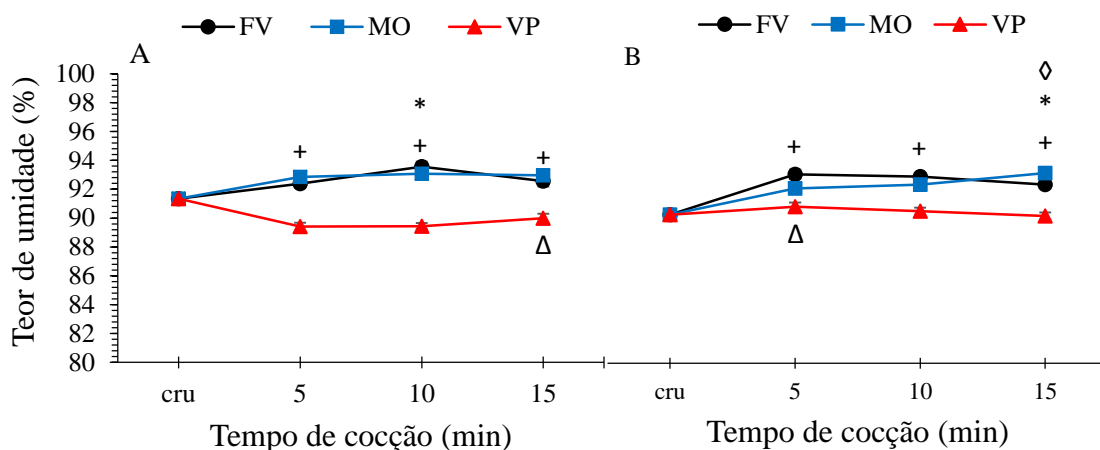


Figura 5. Teor de umidade em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocção e tempo de cozimento. A- Fase vegetativa; B- Fase de floração. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Diferenças significativas entre tempo de cocção para *FV, ◇ MO, ΔVP e + Diferenças significativas entre forma de cocção. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

7.2. Compostos fenólicos

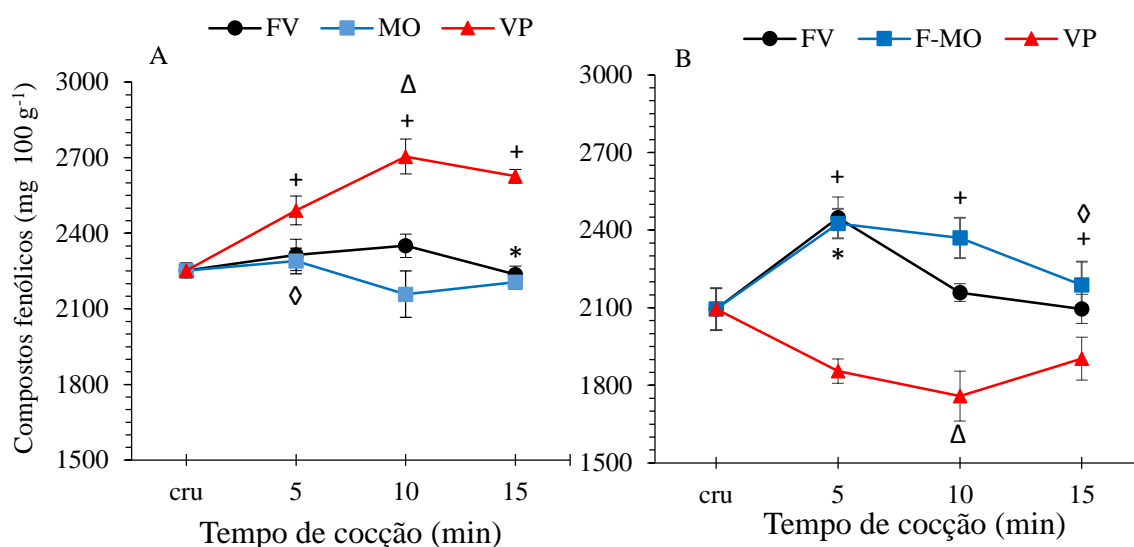
Neste estudo, observou-se que o jambu em condições favoráveis (cru) na fase vegetativa, apresentou concentrações de 2252,47 mg 100g⁻¹ de compostos fenólicos. Na fase de floração a concentração foi de 2094,43 mg 100g⁻¹, como mostra a figura 6A e 6B.

Em condições de processamento, observa-se estabilidade ou aumento dos compostos fenólicos no jambu durante o cozimento. Na fase vegetativa as maiores concentrações dos compostos fenólicos foi observada no tempo de 10 minutos, tendo o vapor como melhor método de cocção. Enquanto que, na fase de floração, a fervura e o micro-ondas foram os métodos que promoveram melhores estabilidades dos compostos fenólicos, o tempo de 5 minutos foi o que apresentou melhores resultados entre os processamentos térmicos, comparado ao vegetal cru (Figuras 6A e 6B).

Quanto ao processamento térmico, observou-se que o jambu na fase vegetativa cozido por 5 minutos apresentou maior teor de compostos fenólicos quando submetido ao cozimento a vapor, seguido da fervura e micro-ondas, não havendo diferenças

entre estes dois últimos métodos, aumentando 10,57 %, 2,73 % e 1,67 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Com o aumento do tempo de cozimento (10 minutos) observou-se que os compostos fenólicos também foram maiores, no vapor (20,07 %) seguido da fervura (4,35 %), no entanto, o micro-ondas promoveu diminuições de 4,18 % dos compostos fenólicos comparado ao vegetal cru. Observou-se no tempo de 15 minutos perdas de 0,72 % dos compostos fenólicos no cozimento sob fervura e 2,04 % em micro-ondas em relação ao vegetal cru. O cozimento a vapor apresentou aumento de 16,60 % dos compostos fenólicos comparado ao vegetal cru, sendo este mais eficiente entre os métodos (Figura 6A).

Os teores de compostos fenólicos totais também (Figura 6B) alteram na fase de floração do jambu, após processamento térmico. No cozimento por 5 minutos, os melhores resultados dos compostos fenólicos foram encontrados para a fervura e micro-ondas, com aumento de 16,88 % e 15,81 %, respectivamente. Porém, foi observado diminuição de 11,43 % dos compostos fenólicos em jambu quando submetidos ao vapor. Perdas de 16,03 % e 9,14 % dos compostos fenólicos também foram observadas quando o jambu foi submetido aos tempos de cozimento de 10 e 15 minutos, respectivamente, comparado ao vegetal cru. Entre os métodos, o vapor foi o que proporcionou menores concentrações de compostos fenólicos para os três tempos de cocções. Por outro lado, percebe-se que o jambu submetido ao cozimento por 10 minutos, apresenta maiores teores de compostos fenólicos sob o uso do micro-ondas, aumentando 13,15 %, em relação ao vegetal cru, seguido da fervura (3,05 %). No processamento térmico por 15 minutos, o micro-ondas também foi o método de cocção que apresentou maiores induções dos compostos fenólicos totais, aumentando 4,46 % de sua concentração, a fervura não promoveu alterações significativas dos compostos fenólicos em relação ao vegetal cru (Figura 6B).



7.3. Flavonoides

A fase vegetativa assim como na fase de floração apresentaram teores de 287,35 mg 100 g⁻¹ de flavonoides totais no vegetal cru (Figura 7A e 7B). Quando estas plantas foram submetidas ao processamento térmico, observou-se alterações deste composto.

Percebe-se na figura 7A (fase vegetativa), diminuições deste composto após o jambu ser submetido ao cozimento para as três formas de cocções, no entanto, o cozimento por 10 minutos, foi o tempo que promoveu menores perdas dos flavonoides. Entre os métodos, o micro-ondas foi o mais eficiente. Enquanto, na fase de floração (Figura 7B) os teores de flavonoides variaram em relação aos métodos e o tempo de cozimento, com menores teores no tempo de 10 minutos, e também possuindo o micro-ondas como a melhor forma de cocção do jambu.

A figura 7A mostra que embora tenha ocorrido perdas dos flavonoides na fase vegetativa do jambu, após processamento térmico, que o cozimento em micro-ondas por 5 minutos foi o método que promoveu menores perdas dos flavonoides em relação ao vegetal cru, diminuindo apenas 16,10 %. Enquanto a fervura e o vapor

promoveram maiores perdas, sendo estes de 28,05 % e 25,65 % comparado ao vegetal cru, não havendo diferença para estes dois métodos. No cozimento por 10 minutos, observou-se que o micro-ondas e o vapor apresentaram as mesmas características de indução dos flavonoides em jambu, promovendo perdas de 8,85 % e 9,44 % deste composto, respectivamente, em relação ao vegetal cru, a fervura foi o método que promoveu maiores perdas dos flavonoides, sendo este de 17,25 % em relação ao vegetal cru. Quando o jambu foi submetido ao tempo de 15 minutos de cozimento, observou-se que os teores dos flavonoides foram melhores sob o uso do vapor (11,35 %) e do micro-ondas (16,31 %), promovendo menores perdas dos flavonoides em relação ao vegetal cru. O cozimento sob fervura, foi o método menos eficiente entre os tratamentos, gerando perdas de 28,30 % dos flavonoides após cozimento do jambu.

Na fase de floração (Figura 7B) observou-se que o cozimento do jambu por 5 minutos a vapor e micro-ondas foram os métodos mais eficientes entre os tratamentos, induzindo aumento dos flavonoides em relação ao vegetal cru de 7,74 % e 3,42 %, respectivamente, a fervura induziu perdas de 17,94 % dos flavonoides em relação ao vegetal cru. Entretanto, ao estender-se o tempo de cozimento para 10 minutos, percebe-se diminuições dos flavonoides, as menores perdas foram observadas para o cozimento a vapor (5,56 %) e em micro-ondas (7,69 %), o uso da fervura foi o método que apresentou maiores perdas de 15,35 % dos flavonoides, comparado ao vegetal cru. E ao submeter o jambu ao tempo de 15 minutos de cozimento, pode-se observar que o vapor induziu maiores perdas dos flavonoides (21,99 %), por outro lado, o uso do micro-ondas promoveu aumentos de 19,27 %, enquanto, a fervura promoveu uma perda de 0,83 % dos flavonoides após processamento térmico em relação ao vegetal cru (Figura 7B).

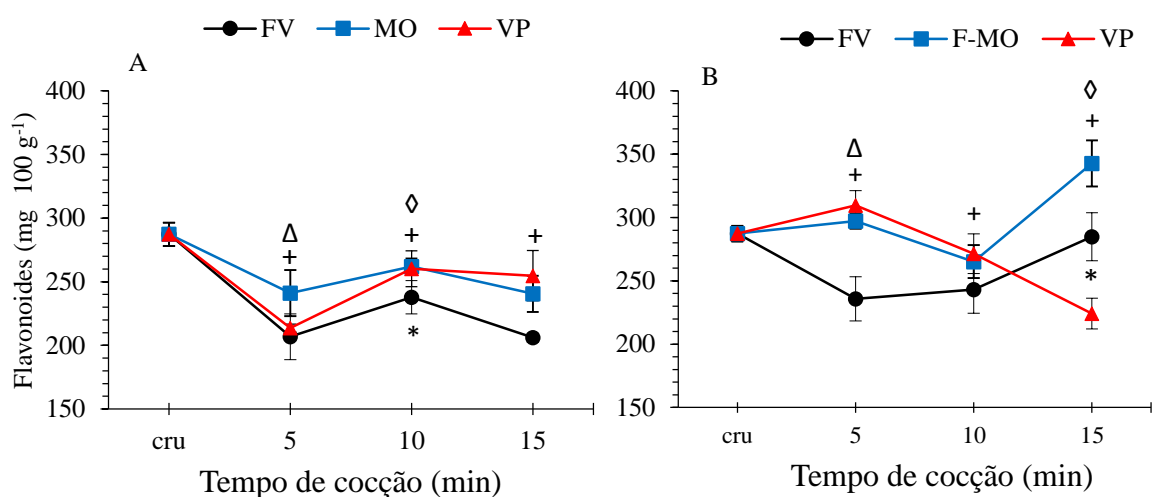


Figura 7. Flavonoides em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocção e tempos de cozimento. A- Fase vegetativa; B- Fase de floração. FV- Fervura, MO-Micro-ondas e VP- Vapor. Diferenças significativas entre tempo de cocção para *FV, \diamond MO, Δ VP e + Diferenças significativas entre forma de cocção. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

7.4. Carotenoides

Os teores de carotenoides na fase vegetativa do jambu *in natura* foram de 27,11 mg 100g⁻¹, na fase de floração os teores de carotenoides foram de 17,88 mg 100g⁻¹ (Figura 8A e 8B).

Embora o jambu apresente diminuições dos carotenoides na fase de florescimento, comparado a fase vegetativa, percebe-se que ao submetê-lo ao processamento térmico, ocorrem aumentos significantes dos carotenoides na maioria dos métodos de cocções (Figura 8B).

Tanto na fase vegetativa como na fase de floração, as maiores induções foram observadas para o tempo de 5 minutos. O vapor foi o método que induziu maiores teores de carotenoides em plantas de jambu em fase vegetativa, por outro lado, para a fase de floração, a fervura com o micro-ondas foram os melhores métodos.

Na fase vegetativa, ao submeter o jambu no processamento térmico por 5 minutos, observou-se que o cozimento a vapor foi o método que promoveu maiores teores de carotenoides, aumentando 15,82 % em relação ao vegetal cru. Enquanto que, as concentrações dos carotenoides em jambu foram menores quando realizado o uso da fervura e do micro-ondas, promovendo aumento dos teores de apenas 2,32 % e 5,32 % em relação

ao vegetal cru. No tempo de 10 minutos, a fervura foi o método que induziu maiores concentrações dos carotenoides totais aumentando 12,05 % em relação ao vegetal cru, o uso do vapor, induzindo apenas um aumento de 5,09 %, e o micro-ondas, foi o método menos eficiente, apesar de ocorrerem perdas de 3,15 % dos carotenoides, este não diferiu do vegetal cru. No processamento por 15 minutos, o vapor foi o mais eficiente entre os métodos de cocções, promovendo um aumento de 20,15 % dos carotenoides, em relação ao vegetal cru. Por outro lado, observou-se que o jambu cozido em micro-ondas por 15 minutos promoveu perdas de 23,43 % dos carotenoides totais em relação ao vegetal cru. A fervura induziu aumento de 5,69 %, não apresentou diferenças dos carotenoides em relação ao vegetal cru (Figura 8A).

Na fase de floração (Figura 8B), no processamento térmico por 5 minutos, o cozimento do jambu sob fervura e a vapor foram os métodos que apresentaram melhores resultados, induzindo aumento de 98,41 % e 64,66 % dos carotenoides em relação ao vegetal cru. Apesar de promover aumento dos carotenoides, o uso do micro-ondas foi o menos eficiente neste tempo de cocção, aumentando apenas de 18,21 % dos carotenoides. Ao cozinhar o jambu por 10 minutos, observou-se que a fervura foi o método mais eficiente entre os tratamentos, induzindo aumento dos carotenoides de 50,61 %, seguido do uso do micro-ondas (43,04 %) e do vapor (35,21 %). Por outro lado, analisando o cozimento do jambu por 15 minutos, verificou-se que o micro-ondas foi o método que apresentou melhores resultados entre os tratamentos, induzindo aumento de 59,68 % dos carotenoides presente no jambu, quando comparado com o vegetal cru, o uso da fervura também induziu aumento de 13,95 % em relação ao vegetal cru, no entanto, o cozimento a vapor por 15 minutos ocasionou perdas de 20,69 % dos carotenoides em relação ao vegetal cru.

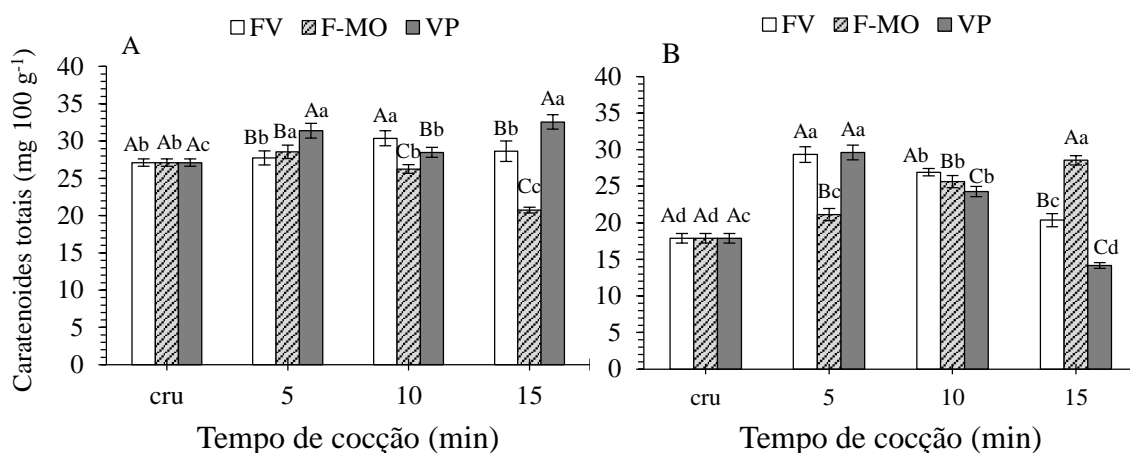


Figura 8. Carotenoides em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocção e tempos de cozimento. A- Fase vegetativa; B- Fase de floração. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre forma de cocção e minúscula entre o tempo de cocção não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

7.5. Clorofila total

O jambu na fase vegetativa *in natura* (cru) apresentou 96,16 mg 100g⁻¹ de clorofila total e 93,55 mg 100g⁻¹ na fase de floração (Figura 9A e 9B).

Assim como nos carotenoides, observa-se na figura 9B que o processamento térmico induz o aumento da clorofila total em jambu, exceto para o vapor por 15 minutos na fase de floração. A fervura foi o método de cocção que induziu maior teor de clorofila total, tanto na fase de vegetativa como para a fase de floração do jambu.

Na fase vegetativa (Figura 9A) observou-se que no processamento térmico por 5 minutos que a clorofila total foi maior em jambu submetido aos tratamentos sob fervura e a vapor, apresentando aumento de 79,22 % e 74,22 % comparado ao vegetal cru, enquanto, o micro-ondas induziu aumento de 31,18 % de clorofila total. Quando o jambu foi cozido por 10 minutos, percebeu-se que a fervura foi o método que induziu maiores concentrações da clorofila total, seguido do micro-ondas e do vapor, sendo este último menos eficiente, o aumento da clorofila total foi de 56,47 %, 27,56 % e 7,85 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. A fervura também promoveu maiores concentrações de clorofila ao submeter o cozimento do jambu por 15 minutos, aumentando

65,30 % em relação ao vegetal cru. O uso do vapor e micro-ondas induziu aumento de 31,42 % e 2,17 %, respectivamente, comparado ao vegetal cru.

Na fase de floração (Figura 9B) após o cozimento do jambu por 5 minutos, observou-se que a fervura foi o método que induziu maiores níveis de clorofila total, aumentando 46,96 % em relação ao vegetal cru. O uso do vapor e do micro-ondas promoveu aumento de 35,65 % e 25,04 %, respectivamente, comparado ao vegetal cru, estes dois métodos não apresentaram diferenças entre si. No processamento térmico por 10 minutos, observou-se que a clorofila total não apresentou diferenças de suas características quando o jambu foi submetido às diferentes formas de cocções, no entanto, comparado com o vegetal cru observa-se aumento de 40,26 %, 26,25 % e 28,88 % da clorofila com o uso da fervura, micro-ondas e o vapor, respectivamente. Enquanto, nos 15 minutos de cozimento, a fervura foi o método de cocção que promoveu maiores níveis de clorofila total (58,96 %), o micro-ondas não diferiu do vegetal cru, por outro lado o vapor proporcionou diminuições de 31,98 % da clorofila total em relação ao vegetal cru (Figura 9B).

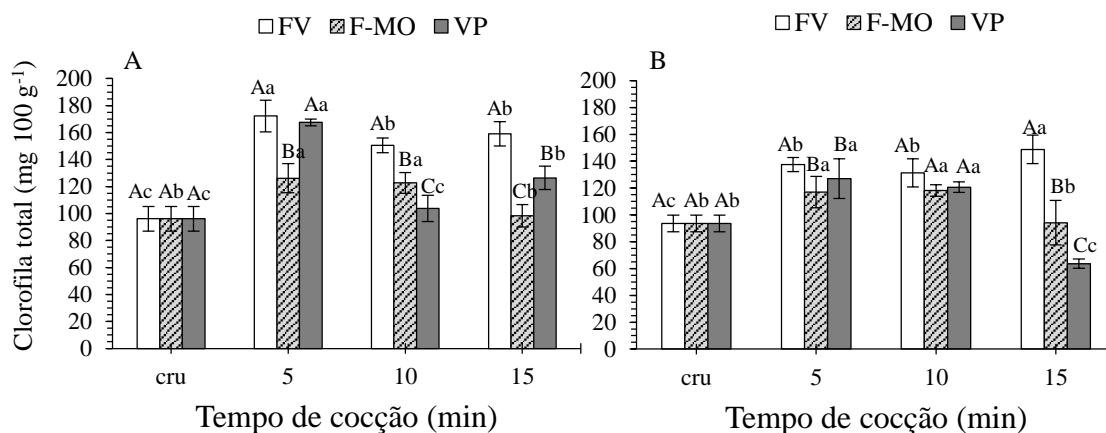


Figura 9. Clorofila total em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocção e tempos de cozimento. A- Fase vegetativa; B- Fase de floração. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre forma de cocção e minúscula entre o tempo de coção não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

7.6. Ácido ascórbico (AA)

Neste estudo, o jambu *in natura* em fase vegetativa apresentou 27,22 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico (AA) e 44,07 mg 100g⁻¹ na fase de floração (Figura 10A e 10B).

Quando submetido ao processamento térmico, o jambu sofre reduções da vitamina C nas duas fases de desenvolvimento. A fervura foi o que apresentou menores perdas desta vitamina entre as formas de cocções, para a fase vegetativa do jambu e o vapor foi o método que apresentou melhores teores para a fase de floração (Figura 10A e 10B).

Na fase vegetativa (Figura 10A) observou-se no tempo de 5 minutos, que a fervura foi o método que levou a menor perda da vitamina C. Este método induziu diminuição de 7,34 % do AA quando submetidos a fervura, seguido da cocção em micro-ondas de 39,04 %, e para o vapor as perdas foram de 53,56 %. No tempo de 10 minutos, a fervura não foi muito eficiente, ocorreram perdas de 43,82 % da vitamina C, sendo o uso do micro-ondas e o vapor os mais eficientes entre os métodos, perdendo apenas 37,47 % e 37,86 % do AA, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Para o tempo de 15 minutos de cozimento, o micro-ondas foi o método que promoveu menores perdas de AA, induzindo diminuições em torno de 39,26 %, seguido da fervura e do cozimento a vapor, estes apresentaram as mesmas características de indução, diminuindo 54,27 % e 53,33 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru.

Na fase de floração (Figura 10B) o melhor método de cocção no processamento térmico por 5 minutos foi uso do micro-ondas, onde as perdas do AA foram de 42,44 %, em relação ao vegetal cru, sendo este mais eficiente entre os métodos de cocções, enquanto, o cozimento do jambu a vapor e sob fervura promoveram maiores perdas do AA, diminuindo 52,53 % e 64,32 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Para o cozimento no tempo de 10 minutos, o método que gerou menores danos do AA em jambu foi o uso do vapor, mostrando perdas 47,95 % em relação ao vegetal cru, seguido o micro-ondas (53,85 %) e a fervura (55,16 %). Nos 15 minutos, a eficiência do método de cocção foi para o uso do vapor, com menores perdas da vitamina C (42,22 %), seguido da fervura (54,91 %), não diferindo do uso do micro-ondas (54,71 %).

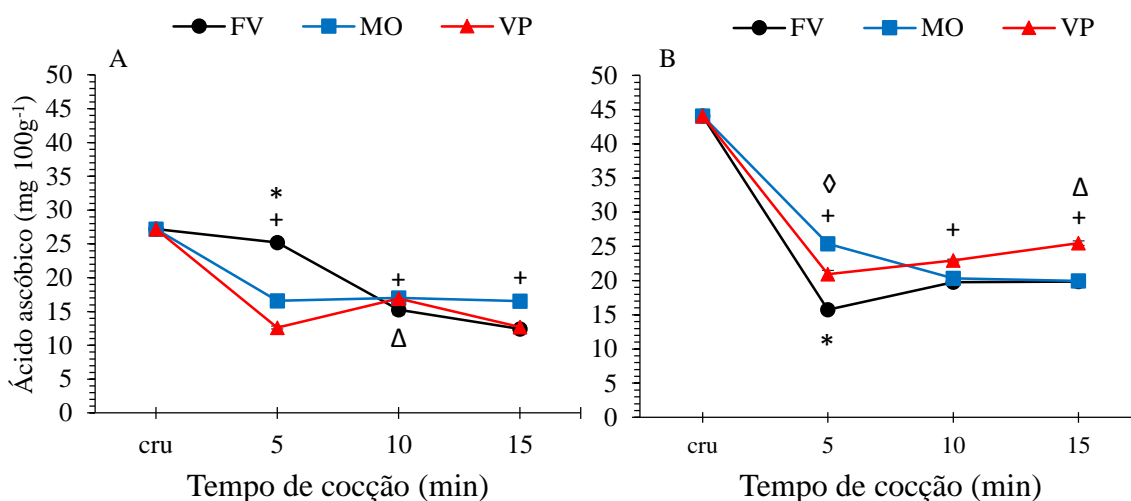


Figura 10. Ácido ascórbico em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocção e tempos de cozimento. A- Fase vegetativa; B- Fase de floração. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Diferenças significativas entre tempo de cocção para *FV, \diamond MO, Δ VP e + Diferenças significativas entre forma de cocção. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

7.7. Atividade antioxidante via DPPH e FRAP

De acordo com as análises realizadas pelo método DPPH, observa-se diminuição de 26,40 % dos compostos antioxidantes, quando o jambu passa da fase vegetativa para a fase de floração, estes apresentaram um potencial antioxidante de 12,31 % e 9,06 % equivalente DPPH reduzido, respectivamente (Tabela 1).

O potencial antioxidante presente no jambu nas duas fases estudadas, tenderam aumento quando induzido pelo processamento térmico (cozimento), sendo a fervura o método que promoveu maiores concentrações de antioxidantes em jambu na fase vegetativa e o micro-ondas para a fase de floração.

Pelo método DPPH, para a fase vegetativa, observou-se que o método mais eficiente no processamento por 5 minutos (Tabela 1) foi o cozimento a vapor, induzindo aumento da atividade antioxidante de 145,13 %, em relação ao vegetal cru, seguido da fervura (118,97 %). O micro-ondas foi o método que promoveu menores efeitos na atividade antioxidante, provocando a diminuição de 45,45 %, em relação ao vegetal cru. Ao cozinhar o jambu por 10 minutos, percebeu-se que neste tempo, que a fervura foi o mais eficiente entre os métodos, seguindo ordem de significância para o uso do vapor e micro-ondas, ambos os métodos promoveram aumento da atividade antioxidante de

265,29 %, 142,75 % e 12,00 % em relação ao vegetal cru. Para a avaliação do processamento térmico por 15 minutos, a fervura também foi o mais eficiente entre os tratamentos, induzindo aumento da atividade antioxidante entre os métodos de cocções testados, seguido do uso a vapor e micro-ondas, aumentando 165,33 %, 54,50 % e 26,24 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru.

Na fase de floração (Tabela 1), o uso do vapor foi o método que apresentou melhor resultado no cozimento do jambu por 5 minutos, seguido do uso do micro-ondas e da fervura, nos quais mostraram aumento na atividade antioxidante de 262,26 %, 248,29 % e 226,40 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Para o tempo de 10 minutos de cocção, o uso do micro-ondas também foi o mais eficiente entre os tratamentos, seguido da fervura e o posterior do vapor, induzindo o aumento da atividade de antioxidante de 236,88 %, 185,05 % e 98,45 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Para o tempo de 15 minutos, o cozimento do jambu a vapor, foi o método que induziu maiores concentrações da atividade antioxidante, aumentando 259,30 %. A atividade antioxidante presente no jambu não apresentou diferença de qualidade quando este foi submetido ao uso da fervura e do micro-ondas, porém comparados a vegetal cru apresentaram aumento de 185,96 % e 194,35 %, respectivamente.

Tabela 1. Atividade antioxidante em porcentagem pelo método DPPH em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

Tempo (min)/ Cocção	DPPH (AA %)		
	Fase Vegetativa		
	FV	MO	VP
Cru	12,31±0,29 ^{Ad}	12,31±0,29 ^{Ab}	12,31±0,29 ^{Ac}
5	26,13±0,68 ^{Bc}	09,05±0,73 ^{Cc}	26,96±0,65 ^{Aa}
10	41,95±0,63 ^{Aa}	11,88±0,27 ^{Cb}	27,37±0,31 ^{Ba}
15	31,06±0,75 ^{Ab}	14,48±0,51 ^{Ca}	17,90±0,79 ^{Bb}
Fase de Floração			
Cru	09,06±0,34 ^{Ac}	09,06±0,34 ^{Ad}	09,06±0,34 ^{Ac}
5	29,56±0,64 ^{Ca}	31,55±0,83 ^{Ba}	32,81±0,78 ^{Aa}
10	25,82±0,84 ^{Bb}	30,51±0,49 ^{Ab}	17,97±0,72 ^{Cb}
15	25,90±0,89 ^{Bb}	26,66±0,80 ^{Bc}	32,54±0,79 ^{Aa}

*Médias/ desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

A atividade antioxidante na fase vegetativa do jambu realizada pelo método FRAP foi de 85,36 mmol Fe²⁺/kg, em sua fase de desenvolvimento (floração) ocorre um aumento de 105,37 % de sua atividade, no qual apresenta uma concentração de 175,30 mmol Fe²⁺/kg de potencial antioxidante (Tabela 2). E ao submeter o jambu no processamento térmico, percebe-se que na fase vegetativa a atividade antioxidante aumenta, o mesmo foi observado pelo método DPPH, por outro lado, a temperatura provocou diminuições do potencial antioxidante na fase de floração, o que não foi verificado pelo método DPPH.

O cozimento a vapor foi o método que proporcionou maiores concentrações da atividade antioxidante em jambu na fase vegetativa, enquanto, na fase de floração a fervura foi mais eficiente entre os métodos de cocções testados (Tabela 2). Usando o método FRAP, para a fase vegetativa, observou-se aumento da capacidade antioxidante durante o processamento térmico por 5 minutos (Tabela 2) de 64,33 % para a fervura, 62,70 % para o uso do vapor e 57,30 % para o uso do micro-ondas, não havendo diferenças entre os métodos de cocções para obtenção da atividade antioxidante. No processamento térmico por 10 minutos, nota-se que o cozimento do jambu a vapor, foi o método mais eficiente entre os tratamentos, induzindo aumento de 91,31 % da atividade antioxidante, comparado ao vegetal cru. Enquanto, o micro-ondas promoveu aumento de 77,04 % e o vapor de 39,86 %, em relação ao vegetal cru. Nos 15 minutos de cocção, o vapor também apresentou melhores resultados de cozimento, seguido da fervura e micro-ondas, ambos os métodos apresentaram aumento dos compostos antioxidantes de 78,33 %, 51,85 % e 1,34 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru.

Para a fase de floração (Tabela 2) a fervura foi o método que promoveu menores perdas da atividade antioxidante para os três tempos de cozimento estudado, perdendo apenas 8,33 %, 4,26 % e 28,86 % do seu potencial nos 5, 10 e 15 minutos, comparados ao vegetal cru. Para as demais formas de cocções relacionada ao tempo de preparo, observou-se que aos 5 minutos o micro-ondas e o vapor, promoveram perdas de 18,17 % e 26,08 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru. Enquanto que, no cozimento por 10 minutos, observou-se que o uso do micro-ondas e a vapor, apresentaram alterações similares na qualidade da atividade antioxidante, no entanto, ao comparar com o vegetal cru, percebe-se aumento de 26,63 % e 24,66 % do seu potencial. No processamento térmico por 15 minutos o uso do micro-ondas e o vapor as perdas da atividade antioxidante foram de 54,23 % e 77,03 %, respectivamente, em relação ao vegetal cru.

Tabela 2. Atividade antioxidante pelo método FRAP em plantas de jambu, submetidas a diferentes métodos de cocções e tempo de cozimento. FV- Fervura, MO- Micro-ondas e VP- Vapor. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

Tempo (min)/ Cocção	FRAP (mmol Fe ²⁺ /kg)		
	Fase Vegetativa		
	FV	MO	VP
Cru	85,36±6,25 ^{Ad}	85,36±6,25 ^{Ac}	85,36±6,25 ^{Ad}
5	140,27±4,95 ^{Aa}	134,27±7,03 ^{Ab}	138,88±8,51 ^{Ac}
10	119,38±7,74 ^{Cc}	151,13±3,66 ^{Ba}	163,30±8,41 ^{Aa}
15	129,62±6,00 ^{Bb}	86,50±5,89 ^{Cc}	152,22±3,96 ^{Ab}
	Fase de Floração		
Cru	175,30±4,58 ^{Aa}	175,30±4,58 ^{Aa}	175,30±4,58 ^{Aa}
5	160,69±9,88 ^{Ab}	143,45±5,63 ^{Bb}	129,59±5,99 ^{Cb}
10	167,84±5,95 ^{Ab}	128,62±6,02 ^{Bc}	132,07±9,05 ^{Bb}
15	124,71±4,39 ^{Ac}	80,23±4,50 ^{Bd}	40,28±6,76 ^{Cc}

* Médias/ desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

7.8. Análise de correlação

Analisando-se o coeficiente de correlação para a fase vegetativa, para o fator fervura no vegetal cru (Tabela 3) verifica-se que os teores dos flavonoides apresentaram correlação forte positiva ($r=0,99^*$) com significância com os carotenoides totais, assim como a clorofila total apresentou correlação forte negativa com o DPPH ($r=-0,99^{**}$) para o jambu cozido sob fervura por 5 minutos. Correlação forte negativa ($r=-0,95^*$) com significância para carotenoides totais e DPPH. Diferenças significativas também foram observadas para a correlação forte negativa ($r=-0,98^*$) fenóis e flavonoides.

Para o cozimento em micro-ondas, foi observado significâncias para as variáveis estudadas somente para a vitamina C e o FRAP, quando o jambu foi cozido por 5 minutos, apresentando uma correlação forte negativa ($r=-0,96^*$), para o jambu cozido por 10 minutos, observou-se correlação forte negativa ($r=-0,97^*$) os flavonoides e DPPH, forte positiva ($r=0,99^*$) para flavonoides e FRAP. Para o jambu cozido por 15 minutos, houve correlação significativa forte positiva ($r=0,97^*$) entre clorofila total e DPPH.

Para as plantas cozidas sob vapor, correlação com significância, forte positiva ($r=0,97^*$) para flavonoides e DPPH, forte negativa ($r=-0,96^*$) entre vitamina C e FRAP no cozimento por 10 minutos. E correlação significativa forte negativa ($r=-0,95^*$) entre vitamina C e DPPH. As demais variáveis analisadas proporcionaram correlações de fraca a

forte, sendo estas positivas ou negativas, no entanto, não apresentaram diferenças significativas entre as correlações.

Para a fase de floração, observou-se correlação forte positiva ($r=0,99^*$) para carotenoides totais e clorofila em plantas de jambu cru (Tabela 4). Para o fator fervura, observa-se correlação significativa, forte negativa ($r=-0,95^*$) entre fenol e flavonoides, forte positiva ($r=0,99^{**}$) entre clorofila e vitamina C, quando o jambu foi cozido por 10 minutos. E forte negativa ($r=-0,96^*$) entre vitamina C e FRAP, para jambu cozido por 15 minutos.

No cozimento sob micro-ondas, observa-se correlação significativa forte positiva ($r=0,99^{**}$) para fenol e vitamina C, e forte positiva ($r=0,98^*$) entre vitamina C e DPPH em plantas cozidas por 5 minutos. Observa-se ainda, uma correlação positiva perfeita ($r=1,00^{**}$) entre clorofila e vitamina C, para plantas de jambu cozidas por 15 minutos.

Enquanto para a cocção, observa-se correlação significativa forte negativa ($r=-0,98^*$) entre carotenoide e vitamina C, forte negativa ($r=-0,97^*$) para clorofila e DPPH, e positiva perfeita ($r=1,00^{**}$) entre clorofila e FRAP, para plantas cozidas por 5 minutos. Em plantas cozidas por 15 minutos, observa-se correlação significativa forte positiva ($r=0,98^*$) entre fenol e DPPH. Assim como para fase vegetativa, na fase de floração observa-se na table 4, que as demais variáveis analisadas proporcionaram correlações de fraca a forte, sendo estas positivas ou negativas, no entanto, não apresentaram diferenças significativas entre elas.

Tabela 3. 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. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

<i>Cru</i>	FERVURA						MICRO-ONDAS						VAPOR					
	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,79	-0,75	0,46	0,91	0,27	0,59	-0,79	-0,75	0,46	0,90	0,27	0,69	-0,79	-0,75	0,46	0,90	0,27	0,69
FL		0,86	0,77	-0,75	0,04	-0,46		0,86	-0,85	-0,75	0,04	-0,46		0,86	0,86	-0,75	0,04	-0,46
CR			-0,48	-0,92	0,41	-0,10			-0,48	-0,91	0,41	-0,10			-0,48	-0,91	0,41	-0,10
CL				0,29	0,15	0,52				0,29	0,15	0,52				0,29	0,15	0,52
VT					-0,14	0,31					-0,14	0,31					-0,14	0,31
5 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,28	-0,32	0,15	0,79	-0,26	-0,04	-0,04	0,72	0,63	-0,68	0,02	0,45	0,17	-0,35	0,49	-0,42	-0,39	0,77
FL		0,99*	-0,87	0,71	0,40	0,93		0,79	0,74	0,74	0,51	-0,88		-0,29	-0,29	0,03	-0,92	0,24
CR			-0,33	0,77	0,36	0,95			0,95	0,18	0,27	-0,41			-0,04	-0,87	0,27	0,86
CL				-0,02	-0,99**	-0,14				0,14	0,51	-0,40				-0,39	0,40	-0,02
VT					-0,21	0,61					0,51	-0,96 *					-0,19	-0,88
10 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,53	-0,32	-0,49	0,12	0,06	0,86	0,68	0,10	0,28	0,35	-0,77	0,58	0,27	-0,15	-0,35	0,19	0,01	-0,34
FL		0,82	-0,49	0,36	-0,60	0,53		0,59	0,10	0,84	-0,97*	0,99**		-0,54	-0,54	0,65	0,97*	-0,48
CR			-0,71	-0,13	-0,95*	-0,23			-0,46	0,93	-0,38	0,55			0,43	0,29	-0,47	-0,46
CL				-0,8	0,2	0,14				-0,14	-0,53	0,44				-0,74	-0,94	0,60
VT					0,28	0,38					-0,68	0,82					0,66	-0,96 *
15 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,98*	-0,31	-0,86	-0,26	-0,14	0,38	-0,72	0,77	0,06	0,19	0,08	-0,19	-0,01	0,91	-0,59	-0,34	0,05	-0,35
FL		0,42	-0,51	0,35	0,00	-0,27		-0,63	-0,70	-0,08	-0,52	0,56		-0,23	-0,23	0,88	-0,89	0,86
CR			0,28	-0,38	-0,89	-0,52			0,02	-0,30	-0,11	-0,76			-0,24	-0,63	0,41	-0,37
CL				-0,26	-0,17	-0,78				0,72	0,97*	0,20				-0,15	0,42	0,44
VT					-0,42	0,79					0,87	0,76					-0,95*	0,73

Tabela 4. 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. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

<i>Cru</i>	FERVURA						MICRO-ONDAS						VAPOR					
	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,77	-0,68	-0,69	0,53	-0,29	0,77	-0,77	-0,68	-0,69	0,53	-0,29	0,77	-0,77	-0,68	-0,69	0,53	-0,29	0,77
FL		0,42	0,52	-0,85	0,65	-0,79		0,42	0,52	-0,53	0,65	-0,79		0,42	0,52	-0,85	0,65	-0,79
CR			0,99**	0,09	0,59	-0,88			0,99**	0,09	0,59	-0,88			0,99**	0,09	0,59	-0,88
CL				-0,01	0,69	-0,93				-0,01	0,69	-0,93				0,01	0,69	-0,93
VT					-0,30	0,35					-0,30	0,35					-0,30	0,35
5 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,20	-0,55	-0,11	0,62	-0,04	-0,87	0,24	0,08	0,91	0,99**	0,95	0,21	-0,34	0,89	0,64	-0,89	-0,45	0,57
FL		0,67	0,80	0,16	-0,93	-0,23		-0,36	-0,13	0,23	0,29	0,87		-0,48	0,13	0,44	-0,15	0,19
CR			0,88	-0,62	-0,35	0,09			0,42	-0,02	-0,24	-0,77			0,50	-0,98*	-0,33	0,42
CL				-0,28	-0,58	-0,39				0,88	0,76	-0,23				-0,64	-0,97*	1,00**
VT					-0,51	-0,47					0,98*	0,26					0,49	-0,57
10 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	-0,95*	0,13	-0,06	-0,04	-0,86	-0,49	0,32	-0,06	0,33	-0,80	-0,68	0,36	-0,95	0,06	0,65	0,91	0,35	0,16
FL		-0,04	0,26	0,21	0,73	0,50		0,86	0,93	-0,70	-0,77	-0,68		-0,85	0,75	-0,07	0,92	0,00
CR			-0,55	-0,64	0,24	-0,86			0,92	-0,25	-0,67	-0,63			-0,46	-0,07	-0,86	-0,51
CL				0,99**	-0,45	0,75				-0,55	-0,89	0,47				0,43	0,84	-0,13
VT					-0,48	0,79					0,66	0,27					0,32	0,54
15 min	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR	FL	CR	CL	VT	DP	FR
FN	0,04	-0,38	-0,41	0,39	-0,60	-0,51	-0,70	0,65	0,01	0,06	0,31	-0,59	0,15	-0,62	0,47	0,77	0,98*	0,61
FL		0,04	0,74	-0,73	0,08	0,52		-0,18	0,25	-0,66	-0,50	-0,15		0,87	0,74	-0,40	-0,19	-0,75
CR			0,66	0,32	-0,50	-0,40			0,03	0,04	-0,51	-0,59			0,38	-0,74	-0,66	-0,87
CL				-0,45	-0,07	0,28				1,00**	-0,11	0,74				-0,07	0,36	-0,12
VT					-0,74	-0,96*					-0,07	0,72					0,87	0,42

8. DISCUSSÃO

8.1. Compostos fenólicos

Estudos relacionados sobre os compostos fenólicos em jambu são muito escassos e dentre eles poucos são atuais. Borges (2012) relata que as plantas de jambu cultivadas de forma orgânica continham 559,96 mg 100g⁻¹ em folhas secas, enquanto, Abeysiri e colaboradores (2013) realizando uma triagem em diferentes partes da planta de jambu revelaram que as folhas e caules de jambu continham 759 e 165 mg 100 g⁻¹, respectivamente, de compostos fenólicos em matéria seca.

Neste estudo foram observados concentrações de compostos fenólicos superiores aos teores encontrados por esses autores. Os métodos de extrações adotados, cultivo, clima, armazenamento entre outros, são fatores que podem contribuir para a variação das concentrações de cada espécie estudada.

Estas alterações químicas e bioquímicas também podem ser observadas em condições de processamento térmico. Zhang e Hamauzu (2004) relataram que os compostos fenólicos presentes em brócolis diminuiram durante o cozimento. Este mesmo efeito foi relatado por Chuah e colaboradores (2008), onde o cozimento de pimentão por 5 minutos causou um declínio dos polifenóis, e ao prolongar o tempo de cozimento em fervura por 30 minutos perceberam que as perdas dos polifenóis foram maiores, porém insignificante comparada com o cozimento do pimentão sob fervura nos 5 minutos.

No entanto, nesta pesquisa, observou-se que o cozimento não causou grandes perdas dos compostos fenólicos em plantas de jambu. Os teores dos compostos fenólicos se mantiveram estáveis ou apresentaram aumento após o processamento térmico, com exceção para o uso do vapor na fase de floração, promovendo perdas dos compostos fenólicos nos três tempos de cozimento, embora tenha ocorrido perdas dos fenóis, o tempo de 5 e 15 minutos de preparo foram os propícios para este tratamento.

Resultados semelhantes aos observados na fase de floração do jambu, também foram observados por Renna e colaboradores (2013) onde o cozimento em micro-ondas promoveu aumento dos fenóis em chicória do grupo catalunha, no entanto, o vapor e a fervura causaram reduções dos compostos fenólicos. Turkmen; Sari e Velioglu (2005) avaliando diferentes métodos de cozimento observaram em seu estudo que o micro-ondas e a fervura não causaram efeitos deletérios dos fenóis em brócolis, feijão-verde e espinafre, estes autores ressaltam que as alterações entre os valores obtidos podem ter sido devido às diferenças das extrações ou dos métodos de cozimento.

O aquecimento é um dos fatores que determina o amolecimento ou ruptura das paredes celulares dos vegetais e as destruições dos compostos fenólicos complexos (RAMÍREZ-ANAYA et al., 2015). Logo, o aumento dos fenóis em planta de jambu após o processamento térmico, pode ter ocorrido devido ao rompimento da parede celular durante o tratamento térmico, conseqüentemente, a liberação dos compostos fenólicos solúveis (DEWANTO et al., 2002, MAZZEO et al., 2011, EL-DIN et al., 2013).

Outro fator que pode ter contribuído para a estabilidade ou aumento dos fenóis em jambu processado termicamente, seria o fato das plantas serem cozidas inteiras, ou seja, não ocorreu o destacamento das folhas do caule e não passaram por processamento de corte. Esta hipótese concorda com Chuah e colaboradores (2008) pois refere-se que o grau de degradação dos polifenóis; além do processamento e do tempo de cozimento; também depende muito do tamanho dos vegetais.

Portanto, este estudo sugere que o processamento térmico e os métodos de cozimento podem influenciar de forma positiva, aumentando o conteúdo dos compostos fenólicos em plantas de jambu.

8.2. Flavonoides totais

Estudo realizado por Mazzeo e colaboradores (2011) mostrou que a fervura promoveu diminuições dos flavonoides em espinafre, por outro lado o uso do vapor foi o melhor método de cozimento, induzindo aumento nos compostos fenólicos.

Pellegrini e colaboradores (2010) observaram que os teores de flavonoides em brócolis variaram de acordo com os tratamentos aplicados, onde as maiores perdas foram para a ebulição, micro-ondas e vapor em cesta, e verificaram um aumento dos flavonoides para o cozimento a vapor em forno. Estes mesmos autores relatam que o uso do vapor foi o melhor método, preservando a qualidade dos polifenóis, provavelmente, devido às enzimas oxidase serem inativadas ou por não estarem em contato diretamente com a água, impedindo sua solubilização.

Possivelmente, durante o cozimento do jambu, as enzimas presentes na planta tenham sido somente inativadas, ou mudanças fitoquímicas tenham ocorrido durante o processo, ocasionando a oxidação e a degradação dos compostos antioxidantes e ou dos nutrientes sob o efeito do calor, que são lixiviados para a água durante o cozimento (PELLEGRINI et al., 2010) originando o amolecimento e a ruptura de componentes celulares, aumentando a biodisponibilidade de novos antioxidantes, melhorando a qualidade do jambu (PELLEGRINI et al., 2010, ARMED; ALI, 2013).

8.3. Carotenoides totais

Com relação aos carotenóides totais, trabalhos relatam aumento das concentrações desses compostos em produtos vegetais após cozimento (MAZZEO et al., 2011, JUNPATIW et al., 2013, SONG et al., 2013). No presente estudo, também observou-se aumento dos carotenoides em plantas de jambu após o processamento térmico, tanto na fase vegetativa, como na fase de floração, as maiores concentrações de carotenoides foram induzidas com o uso do vapor e micro-ondas, respectivamente.

Song e colaboradores (2013) perceberam em seu estudo aumento dos carotenoides após cozinhar o milho doce em micro-ondas, concordando com os testes realizados em jambu na fase vegetativa e floração. Estes autores, ainda ressaltaram que o tratamento térmico com micro-ondas melhorou a disponibilidade de carotenoides totais em milho doce. Pellegrini e colaboradores (2010) observaram que o cozimento a vapor e a

ebulição não causaram interferências dos carotenoides em brócolis, porém, diminuições foram observadas para o micro-ondas.

Hwang e colaboradores (2012), relatam em seu estudo que à medida que aumentava-se o tempo de cozimento da pimenta vermelha, observaram que as concentrações de carotenoides diminuía. Comportamento este, observado no estudo com o jambu na fase de floração, onde as concentrações dos carotenoides diminuía com tempo, quando cozido sob fervura e no vapor. Por outro lado, na fase vegetativa estas variações foram observadas somente quando o jambu foi submetido ao cozimento em micro-ondas.

Outros pesquisadores como Chandrika; Svanberg e Jansz (2006), Zhang e Hamazu (2004) obtiveram diminuições nas retenções de carotenoides durante o cozimento em fervura para o brócolis e atribuíram essas diminuições ao murchamento e danos dos tecidos, devido aos processos que foram submetidos, resultando nas degradações dos carotenoides (MAZZEO et al., 2011), fator que não foi observado para o cozimento do jambu.

Com isso pode-se observar que os carotenoides em jambu são instáveis as altas temperaturas e no presente trabalho conclui-se que os métodos de cocções podem ter contribuído para as modificações da estabilidade deste composto (PROVESI; DIAS; AMANTE, 2011) aumentando assim os teores de carotenoides totais em jambu após cozimento.

8.4. Clorofila total

A decomposição das clorofilas *a*, *b* e total são menores em baixas temperaturas (STREIT et al., 2005), no entanto, os resultados obtidos neste estudo, revelaram que a clorofila total em jambu, aumentou após processamento térmico para as duas fases de desenvolvimento, com maiores teores quando cozidas sob fervura. Concordando com Reis e colaboradores (2015), onde observaram aumento da clorofila *a* e *b*, e clorofila total após processamento térmico, sendo a fervura o método que apresentou maiores concentrações destes compostos.

Avaliando o efeito de diferentes métodos e tempos de cocções na estabilidade de clorofila em brócolis, Aquino e colaboradores (2011) observaram que os métodos de cocções estudados promoveram reduções dos teores de clorofila total durante o tempo cozimento. Relataram também que entre os método de cocção estudado, a fervura foi

o método que manteve maiores retenções de clorofila total e que o tratamento pressão/vapor foi o que apresentou maior perda da clorofila total. Após processamento em micro-ondas, Kamel (2013) observou em seu estudo diminuições da clorofila em endro e salsa secas comparadas com o vegetal cru. Pellegrini e colaboradores (2010) em seu estudo observaram que o cozimento induziu a diminuição da cor em brócolis frescos, pelo método de cocção sob fervura e vapor, acentuando-se em micro-ondas.

Amorim, Lage-Yusty e López-Hernández (2012) avaliando alguns compostos antioxidantes de algas após cozimento, observaram em seu estudo aumento de β -caroteno, fucoxantina e luteína após processamento térmico, assim como altas concentrações de clorofila *a* e de seus derivados como a feofitina. Por outro lado, Yuan e colaboradores (2009) em seu estudo observaram decréscimo da clorofila em brócolis após cozimento em fervura, fritura, fritura/cozido e micro-ondas.

A clorofila, segundo Turkmen, Sari e Velioglu (2005) é o principal pigmento nas plantas verdes e que facilmente são degradadas e suscetíveis as alterações químicas e físicas durante os processamentos, apresentam má qualidade de cor, em comparação com os vegetais frescos após processamento térmico.

Em nosso estudo podemos concluir que o processamento térmico causa alterações bioquímicas positivas na qualidade da clorofila total em jambu, aumentando os teores nos diferentes tempos e métodos de cocções.

8.5. Vitamina C

Sabe-se que as perdas da vitamina C encontradas em vegetais, são causadas principalmente por fatores externos como o ar, água ou calor, levando à degradação de seu conteúdo (ALVES et al., 2011).

Os resultados obtidos em nosso estudo mostraram que a vitamina C diminuiu drasticamente após o processamento térmico para todos os métodos de cocções. Vários estudos têm demonstrado que o uso do processamento térmico pode promover alterações nas concentrações de vitamina C de frutas e hortaliças (DUTRA et al., 2012, MAZZEO et al., 2011, PELLEGRINI et al., 2010).

Estudando diferentes tempo (30, 60, 90, 120, e 300 segundos) de cozimento do brócolis em fervura e em micro-ondas, Zhang e Hamazu (2004) observaram que o processamento de cozimento por 30 segundos, foi o método que promoveu menores

perdas do ácido ascórbico. Avaliando três métodos de cozimento (ebulição, vaporização, e fritura, durante 5 a 10 min) Zhang e colaboradores (2011) também observaram decréscimo da vitamina C após cozimento de broto de bambu. Relataram ainda que a perda da vitamina C foi maior no cozimento em fervura em panela tampada do que no vapor. Estes mesmos autores citam que essa diferença poderia ser atribuída ao fato de que a vitamina C é muito solúvel em água e não estável em alta temperatura.

No presente estudo, na fase vegetativa e de floração a fervura em panela sem tampa por 5 e o vapor por 15 minutos, respectivamente, foram os métodos que apresentaram menores perdas da vitamina C. Pellegrini e colaboradores (2010) perceberam que 20 % da vitamina C em brócolis foram degradadas ao usar a fervura e o vapor, em relação o micro-ondas.

Embora o processamento térmico cause perdas da vitamina C nos vegetais, a partir deste estudo pode-se concluir que o jambu cozido e cru pode ser uma boa fonte de vitamina C.

8.6. Atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP

Durante o cozimento, mudanças qualitativas, desagregações de antioxidantes, e sua lixiviação em água circundante pode influenciar a atividade antioxidante dos vegetais (AHMED; ALI, 2013) ocorrendo aumento ou diminuições destes compostos. O tempo de cozimento do jambu aliado com a forma de cocção, são fatores importantes para estabelecerem as conservações dos compostos antioxidantes presentes em suas estruturas.

De acordo com pesquisas realizadas por El-Din e colaboradores (2013), os tratamentos térmicos afetam a atividade antioxidante de produtos vegetais, ocasionando suas perdas. Segundo Zhang e colaboradores (2015), estas perdas podem estar relacionadas com a área de contato dos vegetais entre a água e o tempo de processamento.

No estudo com o jambu, observou-se aumento expressivo da atividade antioxidante no processamento térmico determinado pelo método DPPH, principalmente para a fervura por 10 minutos na fase de vegetação e para a fase de floração o cozimento sob fervura e a vapor por 5 minutos.

O método FRAP, mostrou que o efeito do processamento térmico casou aumento na capacidade antioxidante em plantas de jambu na fase vegetativa, enquanto, para fase de floração o efeito do calor proporcionou diminuições comparados com

vegetal cru, embora o método DPPH mostre o contrário. Na fase vegetativa a maior capacidade de eliminação do radical foi observada para o vapor por 10 minutos. Enquanto, na fase de floração a fervura por 5 minutos foi o método que induziu maiores concentrações de antioxidante.

Estudando três métodos de cozimento (ebulição, vapor e fritura) para o broto de bambu, Zhang e colaboradores (2011) observaram que a ebulição exibiu menores atividades antioxidantes, estes autores relatam que estas diminuições poderiam ser atribuídas aos carboidratos degradados pelo calor e lixiviados para a água de cozimento, enquanto para o vapor as mudanças foram mínimas.

Ao contrário, na presente pesquisa, a fervura foi o método que promoveu maior atividade antioxidante. Zhang e Hamauzu (2004) também relataram que atividade antioxidante do brócolis diminui durante o cozimento por fervura bem como em micro-ondas. Da mesma forma Lo Scalzo e colaboradores (2016) observaram diminuições dos antioxidantes em berinjela após processamento térmico em fervura. Chuah e colaboradores (2008) referiram que quase todas as substâncias antioxidantes em pimentas coloridas foram perdidas ou dissolvidas na água durante o processo de ebulição. Por outro lado, Volden, Bengtsson e Wicklund (2009) determinaram que a fervura durante 3 minutos causou aumento sobre a capacidade antioxidante da couve-flor. Assim como para Renna e colaboradores (2013) a atividade antioxidante em chicória do grupo catalunha aumentaram após cozimento em micro-ondas, entretanto, em suas pesquisas o vapor e a fervura causaram reduções dos antioxidantes.

No estudo como o jambu, o cozimento por fervura e o uso do vapor promoveram aumento da atividade antioxidante. Contudo, o cozimento pode resultar na perda de alguns compostos, bem como provocar a reestruturação de novos compostos antioxidantes após o processamento térmico tais como produtos da reação de Maillard (RENNA et al., 2013, TURKMEN; SARI; VELIOGLU, 2005) o que pode ter ocasionado o aumento dos antioxidantes no jambu após o processamento térmico.

Este estudo mostrou que o processamento térmico por tempo e métodos diferentes induz o aumento da capacidade antioxidante em jambu.

9. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Apesar do jambu apresentar decréscimo de alguns compostos antioxidantes na fase reprodutiva, verificou-se neste estudo que o processamento térmico pode provocar aumento de alguns compostos, podendo ser iguais ou superiores aos antioxidantes presentes no vegetal cru da fase vegetativa.

O cozimento apresentou um efeito maior sobre os compostos, aumentando os teores dos fenóis, carotenoides, clorofila total e nas atividades antioxidantes pelos métodos DPPH para as duas fases de desenvolvimento do jambu. A vitamina C diminuiu após processamento térmico.

O cozimento a vapor foi o método que promoveu menores perdas do potencial antioxidante do jambu em fase vegetativa. Entretanto, a capacidade antioxidante dessa planta é maior quando submetida a 10 minutos independente do processamento térmico.

Para a fase reprodutiva, este trabalho permite concluir que o menor tempo de cozimento (5 minutos) promove o aumento do potencial antioxidante em jambu independente da fase de cocção.

A cocção em micro-ondas foi o método mais eficiente para a conservação dos compostos antioxidantes.

De modo geral, a menor perda do potencial antioxidante dependerá da interação entre o tempo e forma de cocção empregada para manter a qualidade do jambu. Portanto, o tempo de 5 e 10 minutos foram os que apresentaram melhores resultados.

O presente estudo provavelmente é o primeiro a relatar sobre a quantificação de compostos antioxidantes em plantas de jambu em relação ao ciclo de desenvolvimento e após processamento térmico. Com isso, são sugeridas novas pesquisas, abordando estes métodos.

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.