

ALESSANDRA ELUAN DA SILVA

**JAMBU (*Spilanthus oleracea* Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO:  
COMPOSTOS BIOATIVOS E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,  
MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S586j  
2015  
Silva, Alessandra Eluan da, 1980-  
Jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) minimamente  
processado : compostos bioativos e caracterização  
físico-química, microbiológica e sensorial / Alessandra Eluan da  
Silva. – Viçosa, MG, 2015.  
xiii, 76f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Benício Paes Chaves.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Jambu. 2. Compostos bioativos. 3. Testes  
microbiológicos. 4. Avaliação sensorial. 5. Jambu -  
Processamento. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Tecnologia de Alimentos. Programa de  
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. II. Título.

CDD 22. ed. 635.5

ALESSANDRA ELUAN DA SILVA

**JAMBU (*Spilanthes oleracea* Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO:  
COMPOSTOS BIOATIVOS E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,  
MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 11 de junho de 2015.



Prof<sup>ª</sup>. Christiane Mileib Vasconcelos



Prof<sup>ª</sup>. Erica Nascif Rufino Vieira



Prof. Frederico Augusto Ribeiro de Barros



Prof. Rolf Puschmann  
(Coorientador)



Prof. José Benício Paes Chaves  
(Orientador)

*Aos meus pais, Roberto e Nagibe, por  
todo o amor, compreensão e  
incentivo.*

**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por tudo..., em especial por iluminar meu caminho, dando-me forças para enfrentar os obstáculos durante a realização deste trabalho.*

*Aos meus pais, irmãs (Ana Carla e Adriana), cunhado Tiago e sobrinho Miguel pelo apoio e incentivo na realização dos meus sonhos. Obrigada Família!*

*À Universidade do Estado do Pará, em especial a Silvana Melo, João Hamilton de Souza e Darly Pompeu pela compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para dedicação à tese.*

*À Universidade Federal de Viçosa pela infraestrutura na realização dos experimentos, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos e Departamento de Biologia Vegetal (Fisiologia Vegetal).*

*Ao meu orientador Benício Chaves, pelos ensinamentos, apoio, confiança e paciência durante essa jornada.*

*Ao professor Mario Puiatti pelo espaço concedido para plantação do jambu na Estação Experimental Professor Diogo Alves de Mello.*

*Ao coorientador Rolf Puschmann, pelas correções, disponibilidade, e principalmente por confiar e permitir que o trabalho fosse desenvolvido nas dependências do seu laboratório.*

*À coorientadora Suezilde Ribeiro, pela amizade, correções e principalmente por ter assumido o desafio na coordenação do DINTER.*

*À amiga Ana Carla Alves Pelais, sempre presente nesta jornada. Grata pela sugestão e por todos os momentos em que eu precisei e você me ajudou, sejam nas análises, nas dúvidas esclarecidas ou nos conselhos bem vindos. Muito obrigada!*

*À Christiane Mileib, pela amizade, momentos de diversão, risadas e a imprescindível ajuda durante a realização sensorial deste trabalho.*

*À Kelem Fonseca, pela amizade, conversas no laboratório, os cafés, a hospitalidade, incentivo e ajuda oferecida durante a execução deste trabalho. Sua participação foi fundamental!*

*Ao Fausto Bahia, que foi meu estagiário durante a execução deste trabalho. Obrigada pela amizade e por toda ajuda, sem você seria difícil a execução experimental.*

*À querida Elaine Figueiredo, que mesmo estudando para qualificação não mediu esforços para me auxiliar nas análises microbiológicas, acompanhando inclusive nos finais de semana.*

*Minha eterna gratidão a todos os participantes da sensorial: Adriano Braga, Fausto Bahia, Julia Vásquez, Maria Emília Valente, Nathália Neves, Nayara Silva, Rita Figueiredo, Sérgio Carvalho, Javier Bravo, Rosemery Coutinho, Taline Batista, Samara e Nancy Taera. Embora nem todos ficaram até o final da análise, mas sei que se não fosse à compreensão e disponibilidade de vocês não conseguiria realizar esta etapa.*

*À Maria Emília Valente, pessoa cativante, amiga e prestativa, que me ajudou na parte estatística, disponibilizando tempo e atenção, mesmo quando estive na Itália.*

*Aos amigos e colegas do DINTER Adriano Calandrini, Ana Carla Pelais, Carissa Bichara, Elaine Figueiredo, Marilda Simões, Rosemery Coutinho, Sérgio Carvalho, Tonye Waughon e Vitória Seixas, não só pela convivência de sala de aula durante as disciplinas, mas pelos bons momentos proporcionados em Viçosa, principalmente no Restaurante Universitário (RU).*

*À Julia Vásquez, chamada carinhosamente de peruana, pela companhia, amizade e momentos de descontração durante meu período em Viçosa.*

*Aos professores Benício Chaves, Valéria Minim, Mônica Pirozi, Afonso Ramos, Paulo Stringheta, Regina Mendonça e Nélio Andrade, pelos ensinamentos.*

*Ao Leandro Elias, pessoa humilde e muito prestativa, que sem me conhecer, se disponibilizou ajudar nas análises de fenóis.*

*À Priscilla Andrade pelas dicas na realização das análises.*

*Aos membros da banca por todas as sugestões que contribuíram para a melhoria deste trabalho.*

*Ao prof. Ronaldo Perez pelo espaço no seu laboratório. E a sua equipe: Maria Emília, Julia, Jose, Juan, Juan Combatt, Alexandre, Javier, Luis Paulo, pela hospitalidade e os cafezinhos.*

*Ao prof. Nélio Andrade por ter permitido a utilização do laboratório de microbiologia para realização das análises.*

*Aos funcionários do DTA Marcos, Geralda, Pollyana, Pi, Dimas, agradeço a ajuda, e desculpem-me pelas perturbações. Ao seu Paulo Marcio e*

*Joelson pelo plantio do jambu e por toda a assistência. Aos funcionários da fisiologia vegetal, Reginaldo e Zé Antônio pela prestatividade.*

*À amiga Roseane Maria Ribeiro Costa pela amizade, torcida, pelas dúvidas tiradas, e por abrir a porta da sua casa e da sua sala na universidade, para que eu conseguisse um pouco de concentração na escrita da tese, sem esquecer de toda hospitalidade concedida.*

*Aos eternos amigos Alda Alves e Victor Lamarão pela amizade, compreensão nos momentos em que estive ausente e por todos os momentos vividos durante os anos de graduação e pós-graduação.*

*À querida Jane Célia, que já conhecia desde o mestrado, mas foi à pessoa que me apresentou a UFV. Muito obrigada pelo carinho, pelas palavras amigas no momento de cansaço e estresse.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo suporte financeiro.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3. CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> Linn.) PRODUZIDO EM VIÇOSA – MG. ....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
3.2.1 PLANTIO DO JAMBU .....	10
3.2.2 PREPARO DE AMOSTRA .....	11
3.2.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS.....	12
<b>3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>17</b>
3.3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	17
3.3.1.1 ÁCIDOS ORGÂNICOS .....	18
3.3.1.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL .....	19
3.3.5 ANÁLISES DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	22
3.3.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	23
<b>3.4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>4. CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DE JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO E REFRIGERADO.....</b>	<b>29</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
4.2.1. PLANTIO DE JAMBU.....	31
4.2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO DE JAMBU .....	31

4.2.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO JAMBU MINIMAMENTE PROCESSADO .....	34
<b>4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.3.1. TESTE DOS SANITIZANTES .....	40
4.3.2. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO .....	41
<b>4.4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>
<b>5. CAPÍTULO 3: PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO DE JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO E REFRIGERADO.....</b>	<b>57</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>59</b>
5.2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	59
5.2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO DE JAMBU .....	59
5.2.3. ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA DE JAMBU MINIMAMENTE PROCESSADO .....	60
<b>5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>5.4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>6. CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO GERAL

**Figura 1.** Folhas e inflorescências desenvolvidas do jambu. .... 1

**Figura 2.** Maços de jambu na comercialização em feira livre. .... 2

### CAPITULO 1

**Figura 1.** Plantação de jambu na estação experimental professor Diogo Alves de Mello – UFV. .... 11

**Figura 2.** Ramos de jambu. .... 12

### CAPITULO 2

**Figura 1.** Fluxograma de obtenção de jambu minimamente processado. .... 33

**Figura 2.** Valores médios e desvios padrão para a perda de massa durante o armazenamento a 5 °C. .... 47

**Figura 3.** Valores médios e desvios padrão para o teor relativo de água durante o armazenamento a 5 °C. .... 47

**Figura 4.** Valores médios e desvios padrão para a coordenada L\* para folha de jambu durante o armazenamento a 5 °C. .... 48

**Figura 5.** Valores médios e desvios padrão para a acidez durante o armazenamento a 5 °C. .... 49

**Figura 6.** Valores médios e desvios padrão para o pH durante o armazenamento a 5 °C. .... 49

**Figura 7.** Valores médios e desvios padrão para a vitamina C durante o armazenamento a 5 °C. .... 50

**Figura 8.** Jambu minimamente processado durante o armazenamento refrigerado. .... 51

### CAPITULO 3

**Figura 1.** Ficha empregada na avaliação sensorial de jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. .... 63

**Figura 2.** Intensidade do atributo sensorial umidade superficial para cada julgador no perfil descritivo sensorial de jambu minimamente processado e refrigerado. .... 66

**Figura 3.** Comportamento das notas de odor para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. .... 70

**Figura 4.** Comportamento das notas de escurecimento para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. .... 70

**Figura 5.** Comportamento das notas de umidade superficial para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. .... 71

**Figura 6.** Comportamento das notas de aparência global para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. .... 72

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1

<b>Tabela 1.</b> Médias e desvio padrão para o teor relativo de água e coordenadas $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $c^*$ e $h^0$ para o jambu fresco.....	17
<b>Tabela 2.</b> Composição de ácidos orgânicos na massa fresca de jambu. ....	19
<b>Tabela 3.</b> Valores médios e desvio padrão da composição centesimal do jambu fresco. ....	20
<b>Tabela 4.</b> Médias e desvio padrão para acidez, pH e sólidos solúveis totais para o jambu fresco. ....	21
<b>Tabela 5.</b> Valores médios e desvio padrão para vitamina C, clorofila a, clorofila b, carotenóides totais, fenóis solúveis totais e flavonóides totais. ....	22
<b>Tabela 6.</b> Análises microbiológicas do jambu fresco produzido em Viçosa-MG. ....	24

### CAPITULO 2

<b>Tabela 1.</b> Análises microbiológicas do jambu minimamente processado.....	40
<b>Tabela 2.</b> Análises microbiológicas dos tratamentos do jambu minimamente processado armazenado a 5 °C.....	42
<b>Tabela 3.</b> Resumo da ANOVA das análises físico-químicas e compostos bioativos de jambu minimamente processado e refrigerado.....	43
<b>Tabela 4.</b> Equação de regressão dos valores de perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha, acidez, pH e vitamina C em função do tempo de armazenamento (X) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e níveis de probabilidade (F) da regressão para o jambu minimamente processado. ....	46

### CAPITULO 3

<b>Tabela 1.</b> Termos descritivos, suas definições e materiais de referência empregados na avaliação sensorial descritiva do jambu minimamente processado. ....	62
<b>Tabela 2.</b> Resumo da ANOVA da avaliação sensorial de jambu minimamente processado e refrigerado. ....	67
<b>Tabela 3.</b> Equações de regressão para os atributos odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global em função do tempo de armazenamento (X) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e níveis de probabilidade (F) da regressão para o jambu minimamente processado. ....	69

## RESUMO

SILVA, Alessandra Eluan da. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2015. **Jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) minimamente processado: compostos bioativos e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.** Orientador: José Benício Paes Chaves. Coorientadores: Rolf Puschmann e Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro.

O jambu (*Spilanthes oleracea*) é uma hortaliça muito consumida nos pratos típicos da região Norte do Brasil. Entretanto, para o seu consumo existe um preparo que requer tempo e mão de obra, podendo ser reduzido através da utilização do processamento mínimo do jambu, que oferece conveniência e praticidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar as condições de processamento, verificando as características físico-químicas, microbiológicas, os compostos bioativos e a sensorial de jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C. O experimento foi conduzido com o jambu cultivado em Viçosa - MG, e as análises realizadas em ramos de jambu contendo caule, folha e possíveis inflorescências. Inicialmente este jambu foi caracterizado, avaliando as análises físico-químicas (teor relativo de água, cor instrumental, composição centesimal e perfil de ácidos orgânicos), quantificação dos compostos bioativos (vitamina C, clorofila a, clorofila b, carotenóides, fenóis e flavonóides) e caracterização microbiológica (coliformes totais e *E.coli*.; contagem padrão de bactérias mesófilas e Salmonella). O processamento mínimo foi realizado avaliando o processo de sanitização utilizando-se água, como controle e os sanitizantes, hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio dihidratada, nas concentrações de 100 e 200 mg/L e peróxido de hidrogênio a 3 e 6%. A eficiência dos sanitizantes foi verificada por meio de análises microbiológicas, sendo o mais eficiente na redução da carga microbiana, utilizado no processamento do jambu armazenado a 5 °C. A cada 3 dias, o jambu foi avaliado quanto ao crescimento microbiano, características físico-químicas e os compostos bioativos. A avaliação sensorial foi realizada por meio de um perfil sensorial descritivo. O jambu apresentou ângulo hue de 178,77 indicando a tonalidade para o verde. A composição centesimal expressa em massa fresca apresentou umidade de 89,6 g/100 g, carboidratos de 5,16 g/100 g, proteína de 1,99 g/100 g e fibras totais de 1,47 g/100 g. O ácido orgânico predominante foi o ácido oxálico presente também em outras

hortaliças. Dentre os compostos bioativos, os que tiveram concentrações mais expressivas foram a vitamina C (12,94 mg/100 g), fenóis (151,48 mg EAG/100 g) e os flavonóides (17,71 mg rutina/100 g) de massa fresca. Os resultados microbiológicos estão dentro do preconizado pela legislação vigente. Na avaliação dos sanitizantes, os resultados indicaram que o dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 200 mg/L foi o mais eficiente na redução da carga microbiana. No armazenamento refrigerado foi observado que houve aumento do número de bactérias psicrótróficas, chegando ao 12º dia de armazenamento com  $3,0 \times 10^5$  UFC/g, sendo que as demais análises microbiológicas mantiveram-se estáveis durante o período de armazenamento. O efeito do tempo foi significativo ( $p < 0,05$ ) para a acidez, pH, perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha e vitamina C. Para as coordenadas da cor instrumental,  $a^*$  e  $b^*$ , o croma ( $c^*$ ), o ângulo hue para o caule e folha, o teor de clorofila a e b, carotenóides, fenóis e flavonóides não tiveram influência significativa do tempo ( $p > 0,05$ ). Na avaliação sensorial, uma equipe de 9 julgadores treinados avaliaram o jambu imediatamente após o processamento e após 4, 8 e 12 dias de armazenamento. Dentro dez atributos levantados, a cor, firmeza, gosto ácido, gosto salgado, gosto amargo e dormência não tiveram influência significativa ( $p > 0,05$ ) do tempo de armazenamento, enquanto que para o odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global, o efeito do tempo foi significativo ( $p < 0,05$ ). Assim, dentre as condições de estudo, as características microbiológicas, físico-químicas, os compostos bioativos e a sensorial permitiram estimar em 8 dias a vida de prateleira de jambu minimamente processado e refrigerado.

## ABSTRACT

SILVA, Alessandra Eluan da. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2015. **Jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) minimally processed: bioactive compounds and physical-chemical, microbiological and sensorial.** Adviser: José Benício Paes Chaves. Co-advisers: Rolf Puschmann and Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro.

Jambu (*Spilanthes oleracea*) is a commonly consumed vegetable in typical dishes in northern Brazil. However, for consumption there is a whole preparation that takes time and manpower. Therefore, the minimally processed jambu provides convenience and practicality. This work aimed at evaluating the processing conditions of minimally processed jambu stored at 5 °C, by checking its microbiological and physico-chemical characteristics, as well as its phytochemicals and sensory evaluation. The experiment was performed using jambu cultivated in Viçosa - MG, and the analyses were carried out using jambu branch containing stem, leaf and possible inflorescence. Initially this jambu was characterized by assessing its physical analysis (relative water content, instrumental color), centesimal composition, organic acids profile, acidity, pH, brix, phytochemical quantification (Vitamin C, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, phenols and flavonoids) and microbiological characterization (total coliforms and *E.coli.*; standard counting of mesophilic bacteria and Salmonella). Then the minimal processing was performed by testing sanitizers such as sodium hypochlorite, sodium dichloroisocyanurate dihydrate at concentrations of 100 and 200 mg/L; hydrogen peroxide at 3 and 6%, and a control using potable water. The effectiveness of sanitizers was verified through microbiological analysis, and the most promising in reducing microbial load was the one used in jambu processing stored at 5 °C. Every three days, the jambu was evaluated for microbiological and physico-chemical analyses as well as its phytochemicals. The sensory evaluation was performed by a descriptive sensory profile. In the results, the jambu presented hue angle of 178.77 indicating hues tending to green. The centesimal composition expressed in fresh matter presented 89.6 g/100 g moisture, 5.16 g/100 g carbohydrates, 1.99 g/100 g protein and 1.47 g/100 g total fiber, values similar to those found in the literature. The predominant organic acid is the oxalic acid which is also present in other vegetables. And among the phytochemicals, the ones with

most significant concentrations were vitamin C (12.94 mg/100 g), phenols (151.48 mg EAG/100 g) and flavonoids (17.71 mg rutin/100 g). Microbiological results are within the recommended by law. In the assessment of sanitizers, the results indicated that the sodium dichloroisocyanurate dihydrate 200 mg/L was the most effective in reducing microbial load. In cold storage it was observed that there was an increase of psychotropic bacteria count, reaching  $3.0 \times 10^5$  CFU/g on the 12th day of storage, whereas the other microbiological analyses were stable during the storage period. The effect of time was significant ( $p < 0.05$ ) for acidity, pH, weight loss, relative water content, leaf brightness and vitamin C. For the coordinates of instrumental color,  $a^*$  and  $b^*$ , the chroma ( $c^*$ ), hue angle to stem and leaf, chlorophyll a and b content, carotenoids, flavonoids and phenols did not have any significant influence of time ( $p > 0.05$ ). In sensory evaluation, a team of nine trained judges evaluated the jambu immediately after processing and after 4, 8 and 12 days of storage. Within ten attributes raised, color, firmness, sour taste, salty, bitter tastes and had numbness no significant influence of storage time ( $p > 0.05$ ), while for the odor, browning, surface moisture and overall appearance, the effect was significant ( $p < 0.05$ ). Thus, among the study conditions, microbiological, physical-chemical, bioactive compounds and sensory allowed to estimate in 8 days shelf life of minimally processed jambu and refrigerated.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) ou agrião do Pará é uma hortaliça da região Norte do Brasil, o qual pertence à família Asteraceae. É cultivado por pequenos produtores em hortas familiares, e desta planta se consome o caule, as folhas e inflorescências menos desenvolvidas, as mais desenvolvidas são removidas (FIGURA 1). De baixo valor calórico, em torno de 32 calorias, dentre a sua característica principal é a presença do espilantol, substância que causa sensação de dormência e o aumento de salivação quando consumido.



**Figura 1.** Folhas e inflorescências desenvolvidas do jambu.

O espilantol é uma amida responsável pelas propriedades bioatividades anti-inflamatórias, anti-sépticas e anestésicas da planta (DIAS et al., 2012), sendo utilizado na área de higiene pessoal, em creme dental, devido à sua refrescância; em creme para pele, por descontrair microtensões da pele do rosto, evitando rugas (HOLLANDA, 2012). Na área alimentícia, novos produtos são elaborados, como a pasta de alho condimentada com jambu (OLIVEIRA et al., 2014).

O jambu é consumido durante o ano inteiro, principalmente na região de Belém do Pará, nos pratos típicos como o tacacá, pato no tucupi, arroz paraense e pizza de jambu. Sua demanda é maior nos períodos festivos, como nas festas juninas, Natal e principalmente no Círio de Nazaré. Porém, nesta região, sua comercialização é fresco em amarrados (FIGURA 2), após lavagem da planta com água corrente para remoção de resíduos de terra, esterco (fertilizante) e de outros materiais vindos da horta.



**Figura 2.** Maços de jambu na comercialização em feira livre. Fonte: Whatthefood (2012).

O preparo do jambu é realizado de forma artesanal ou rudimentar, com retirada manual, da raiz e parte do caule. No ambiente doméstico, em restaurantes e pizzarias, a hortaliça, ainda com caule, suas folhas e possíveis inflorescências, aquelas que se encontram fechadas, é levada a cocção em água fervente, sem o controle do tempo e desta temperatura, para depois ser utilizado nos pratos típicos. Esse preparo, embora simples, requer certo tempo, mão de obra e espaço.

Além disso, essa forma de comercializar o jambu faz com que as pessoas levem para seus ambientes, seja doméstico ou comercial, grande quantidade de material que não é efetivamente utilizado. Raízes e folhas velhas formam volume considerável de material, sem estimativa ainda de proporção. O processamento mínimo do jambu possibilitaria às donas de casa, aos restaurantes, às “tacacazeiras”, às pizzarias e outros, a aquisição do produto pré-preparado, e com apenas a parte comestível, efetivamente a ser utilizada, com toda a conveniência deste tipo de produto.

O processamento mínimo são etapas de beneficiamento da matéria prima, podendo ser frutas ou hortaliças, que por meio da seleção, classificação, corte ou fatiamento, sanitização, drenagem, embalagem e armazenamento refrigerado, obtém-se um produto com características semelhantes ao *in natura* (CENCI, 2011).

A técnica do processamento mínimo tem contribuído para o aumento de vida de prateleira, com a manutenção das características físico-químicas, microbiológicas, dos compostos bioativos e da qualidade sensorial de

hortaliças como cenoura, repolho, couve, agrião, alface, alface crespa, agrião feijão-vagem, abóbora, brócolis, rúcula (ROVERSI; MASSON, 2004; ARRUDA et al., 2010; PERES et al., 2011; LUCERA et al., 2012; LOPEZ-GALVEZ et al., 2013, NUNES et al., 2013; KOU et al., 2014; SILVEIRA et al., 2014; MANZOCCO et al., 2015; SIROLI et al., 2015).

O sucesso dessa técnica depende do uso de matérias primas de alta qualidade, manuseadas e processadas com elevadas condições de higiene, visando à manutenção da qualidade e o prolongamento da vida útil do produto. Diversos fatores influenciam esta qualidade, dentre eles os microbiológicos, devido à exposição ao ambiente de sua superfície cortada, associada à sua umidade e elevada manipulação (PAULA, 2005).

A qualidade físico-química se faz necessária por predizer o valor alimentar e o comportamento destas características durante o armazenamento refrigerado, uma vez que os minimamente processados continuam metabolicamente ativos com o processo de transpiração ativo.

A quantificação dos compostos bioativos é importante devido as fortes evidências científicas que mostram que estes compostos antioxidantes podem ajudar a proteger o corpo humano contra danos causados por espécies reativas de oxigênio. Incluem nestes grupos os compostos como a vitamina C, carotenóides, polifenóis, fenóis, flavonóides, dentre outros presentes nos vegetais (BERGQUIST, 2006).

A vitamina C atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, bem como, regenerando diferentes substratos de sua forma oxidada para a forma reduzida. Seu teor pode ser utilizado como índice de qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, processamento e armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os carotenóides (pigmentos amarelos, laranja e vermelhos) são compostos muito estáveis que permanecem intactos mesmo quando a senescência está bem avançada. Os carotenóides atuam como precursores da vitamina A e desempenham funções importantes na fotossíntese e na fotoproteção dos tecidos vegetais (BRECHT et al., 2010; SCHWARTZ; ELBEE; GIUSTI, 2010).

Os compostos fenólicos são considerados metabólitos secundários e sua importância para os vegetais é devido a seu impacto sobre o sabor e a cor. Correspondem a uma ampla variedade de substâncias como os fenóis simples e flavonóides. A maioria dos compostos fenólicos pode servir como substrato para o escurecimento enzimático, além de contribuir para o escurecimento pela formação de complexos com íons metálicos como o cobre e o ferro (CHITARRA; CHITARRA, 2007; BRECHT et al., 2010).

E para finalizar o estudo, a qualidade sensorial que deve ser medida com o objetivo de obter informações a respeito dos atributos sensoriais (aparência, aroma, sabor e textura) e como estes se comportam durante o armazenamento refrigerado. Pode-se optar pelos métodos afetivos e descritivos, porém em decorrência do estudo ter sido realizado em uma região onde não se tem consumidor do produto, optou-se pela realização de um perfil sensorial descritivo.

O perfil sensorial descreve e avalia, quantitativamente, os atributos sensoriais de um determinado produto através das respostas individuais de julgadores treinados. O sucesso do perfil descritivo depende de quatro fatores: a formação e experiência do líder da equipe, a execução sensorial, e um compromisso de longo prazo tanto do responsável pela análise como também, dos participantes (STONE; SIDEL; BLOOMQUIST, 1980; GACULA, 1997).

Assim, este estudo contribuirá para informações de jambu na literatura em relação à área alimentícia, podendo oferecer através do processamento mínimo um produto pronto para consumo, mantendo suas características microbiológicas, físico-químicas, seus compostos bioativos e a sensorial por um determinado tempo de armazenamento refrigerado.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Produzir jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) minimamente processado e realizar avaliação microbiológica, físico-química, quantificação de compostos bioativos e sensorial no produto armazenado a 5 °C.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Análises microbiológicas: coliformes totais, E. coli., contagem padrão de bactérias mesófilas, contagem padrão de bactérias psicrotróficas e salmonella.
- Análises físico-químicas: perda de massa, teor relativo de água, cor instrumental, composição centesimal, ácidos orgânicos, acidez, pH e sólidos solúveis totais.
- Análises dos compostos bioativos: vitamina C, clorofila a, clorofila b, carotenóides, fenóis solúveis totais e flavonóides.
- Análise sensorial: perfil sensorial descritivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, M.C.; AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. **Conservação de agrião minimamente processado em função da temperatura de armazenamento.** 2010. Disponível: <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=3056>. Acesso: 04/10/2011.

BERGQUIST, S. **Bioactive compounds in baby spinach (*Spinacia oleracea* L.): Effects of pre- and postharvest factors.** Doctoral thesis. Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2006.

BRECHT, J.K.; RITENOUR, M.A.; HAARD, N.F.; CHRISM, G.W. **Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis.** In DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. 4 ed. Artmed: Porto Alegre, 2010. p.759-818.

CENCI, S.A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria, 2011. 144p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª Ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

DIAS, A.M.A., SANTOS, P.; SEABRA, I.J. JUNIOR, R.N.C.; BRAGA, M.E.M.; SOUSA, H.C. Spilanthol from *Spilanthes acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **Journal of Supercritical Fluids**, v.61, p.62–70, 2012.

GACULA, M.C. **Descriptive sensory analysis in practice.** Food & Nutrition Press. Edited: Gacula Associates. 1997.

HOLLANDA, E. O efeito anestésico do jambu na coleção da Natura. 2012. Disponível: <http://brasileiros.com.br/2012/03/o-efeito-anestesico-do-jambu-na-colecao-da-natura/>. Acesso: 29/11/2014.

KOUA, L.; LUOA, Y.; PARKA, E.; TURNERA, E.R.; BARCZAKC, A.; JURICK II, W.M. Temperature abuse timing affects the rate of quality deterioration of commercially packaged ready-to-eat baby spinach. Part I: Sensory analysis and selected quality attributes. **Postharvest Biology and Technology**, v.91, p.96-103, 2014.

LOPEZ-GALVEZ, F.; RAGAERT, P.; PALERMO, L.A.; ERIKSSON, M.; DEVLIEGHERE, F. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.85, p.102–108, 2013.

LUCERA, A.; SIMSEK, F.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M.A. Minimally processed butternut squash shelf life. **Journal of Food Engineering**, v.113, p.322-328, 2012.

MANZOCCO, L.; IGNAT, A.; BARTOLOMEOLI, I.; MAIFRENI, M.; NICOLI, M.C. Water saving in fresh-cut salad washing by pulsed light. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.28, p.47-51, 2015.

NUNES, T.P.; MARTINS, C.G.; FARIA, A.F.; BÍSCOLA, V.; SOUZA, K.L.O.; MERCADANTE, A.Z.; CORDENUNSI, B.R.; LANDGRAF, M. Changes in total ascorbic acid and carotenoids in minimally processed irradiated Arugula (*Eruca sativa* Mill) stored under refrigeration. **Radiation Physics and Chemistry**, v.90, p.125-130, 2013.

OLIVEIRA, D.C.R.; SOARES, E.K.B.; FERNANDES, H.R.; BRASIL, S.N.S. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de pasta de alho condimentada com jambú (*Spilantes oleraceae* L.) desidratado. **Scientia Plena**, v.10, n.01, 2014.

PAULA, N.R.F.DE. **Caracterização da qualidade físico-química e microbiológica de produtos minimamente processados comercializado em gondôlas de supermercados**. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. 94p.

PERES, J.E.; ARRUDA, M.C.; FILETI, M.S.; FISCHER, I.H.; SIMIONATO, E.M.R.S.; VOLTAN, D.S. **Qualidade de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxague e sanificação**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, p.173-180, 2011.

ROVERSI, R.M.; MASSON, M.L. Qualidade da alface crespa minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, p.823-830, 2004.

SCHWARTZ, S.J.; ELBEE, J.H.V.; GIUSTI, M.M., **Corantes**. In DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. 4 ed. Artmed: Porto Alegre, 2010. p.445-498.

SILVEIRA, A.C.; ARANEDA, C.; HINOJOSA, A.; ESCALONA, V.H. Effect of non-conventional modified atmosphere packaging on fresh cut watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.92, p.114-120, 2014.

SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; SERRAZANETTI, D.I.; TAPPI, S.; ROCCULI, P.; GARDINI, F.; LANCIOTTI, R. Natural antimicrobials to prolong the shelf-life of minimally processed lamb's lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.103, p.35-44, 2015.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; BLOOMQUIST, J. Quantitative descriptive analysis. **Cereal Foods World**, v.25, n.10, p.642-644, 1980.

WHATTHEFOOD. **Remanso do peixe.** 2012. Disponível em: <http://whatthefood.com.br/remanso-do-peixe-viva-belem-do-para/>. Acesso em: 08 de junho de 2015.

### **3. CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE JAMBU (*Spilanthes oleracea* Linn.) PRODUZIDO EM VIÇOSA – MG.**

#### **RESUMO**

A caracterização físico-química, microbiológica e a quantificação dos compostos bioativos são informações importantes para a utilização e processamento do jambu. Entretanto poucas são as pesquisas que caracterizam tal matéria-prima. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e quantificação dos compostos bioativos do jambu cultivado em Viçosa - MG. Analisou-se o teor relativo de água, cor instrumental, composição centesimal, pH, acidez, sólidos solúveis totais, ácidos orgânicos, vitamina C, clorofila a e b, carotenóides totais, fenóis solúveis totais e flavonóides totais. Foram determinados coliformes totais e *E.coli.*; contagem padrão de bactérias mesófilas e Salmonella. O teor relativo de água foi de 83,38 % e o ângulo hue foi de 178,77 indicando a tonalidade verde. Na composição centesimal, o jambu apresentou umidade de 89,6 g/100 g, carboidratos de 5,16 g/100 g, proteína de 1,99 g/100 g e fibras totais de 1,47 g/100 g de massa fresca. O ácido orgânico predominante foi o ácido oxálico presente também em outras hortaliças. Dentre os compostos bioativos, os mais expressivos na quantificação foram a clorofila a (6,41 mg/100 g), os fenóis (151,48 mg EAG/100 g) e flavonóides (17,71 mg rutina/100 g), expresso em massa fresca. Os resultados microbiológicos estão dentro do estabelecido pela legislação. Os resultados desta pesquisa contribuem para trabalhos futuros e para um banco de dados de jambu, principalmente pelos dados coletados ter sido em toda hortaliça.

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

O jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) é uma planta da região Amazônica, de sabor característico devido à sensação de dormência, característica apreciada pela população local e por aqueles que já conhecem esta folhosa.

Na área alimentícia, o jambu faz parte principalmente da culinária da região Norte como o pato no tucupi, arroz paraense, tacacá, lasanha, pizza, e das bebidas alcoólicas como cachaça e licor.

Em recentes pesquisas, Oliveira et al. (2014) elaboraram uma pasta de alho condimentada com jambu desidratado e Aguiar et al. (2014) avaliaram a biodisponibilidade do íon de ferro do jambu. Porém, poucas são as informações a respeito da caracterização físico-química, microbiológica e da quantificação dos compostos bioativos do jambu, incluindo o caule, folhas e inflorescências. Conhecer esta composição é importante visto que se consome as três partes da planta. Encontram-se informações da composição centesimal nas pesquisas de Villachica et al. (1996), Poltronieri, Poltronieri e Muller (1998), IBGE (2011), Aguiar et al. (2014) considerando as três partes da planta. Porém, para os compostos bioativos, Borges (2012) quantificou para as folhas e inflorescências separadamente, não levando em consideração o caule, que também é consumido.

Os dados sobre a caracterização físico-química, composição centesimal, quantificação dos compostos bioativos e análise microbiológica são informações importantes por indicar a qualidade do alimento, seu valor nutricional, além de agregar valor à matéria-prima, contribuir na utilização tecnológica e no banco de dados sobre o jambu e tudo o que dele se consome.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo de caracterizar o jambu produzido na cidade de Viçosa – Minas Gerais, avaliando as análises físico-químicas, os compostos bioativos e as microbiológicas do jambu produzido na cidade de Viçosa, Minas Gerais.

## **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Plantio do jambu**

O jambu foi plantado na Estação Experimental Professor Diogo Alves de Mello da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A semeadura foi realizada no mês de novembro de 2013, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo o substrato comercial Tropstrato HT<sup>®</sup>, sendo mantidas em

ambiente protegido durante 25 a 30 dias. Após a semeadura, quando as plantas estavam com cerca de cinco folhas definitivas, as mudas foram transplantadas para canteiro 1,0 m x 20 m, com espaçamento de 0,25 m<sup>2</sup> (Figura 1). Durante o ciclo foram realizadas duas adubações de cobertura utilizando cama de frango. Aplicou-se Deltametrina contra insetos. E a irrigação por aspersão foi realizada em dias intercalados. A colheita foi realizada pela manhã, 30 dias após transplântio, selecionando ramos mais desenvolvidos que foram cortados de 5 a 7 cm do solo.



**Figura 1.** Plantação de jambu na estação experimental professor Diogo Alves de Mello – UFV.

### 3.2.2 Preparo de amostra

Os ramos de jambu contendo caule, folha e possíveis inflorescências fechadas (Figura 3) foram colhidos de um lote. Em seguida foram lavados em água corrente e selecionados, retirando partes injuriadas como folhas amassadas, escurecidas e inflorescências mais desenvolvidas. Para análises em que foi necessário jambu seco foi realizada em estufa (FANEM 320-SE) com circulação de ar a 40 °C, durante 9 h, baseado em Oliveira et al. (2014) e adaptado. Após secagem o jambu foi triturado em moinho de facas e armazenado em embalagens de polietileno com aproximadamente 30 g. O material fresco e seco foram mantidos em freezer a -20 °C, protegido com papel alumínio até a realização das análises. As análises físico-químicas, os compostos bioativos e as microbiológicas foram realizados em triplicatas.



**Figura 2.** Ramos de jambu.

### 3.2.3 Determinações Analíticas

#### 3.2.3.1 Análises Físicas-químicas

##### 3.2.3.1.1 Teor relativo de água (TRA)

O teor relativo de água (TRA) das folhas do jambu foi determinado com base na metodologia descrita por Cãtsky (1974). Para tal, foram retirados manualmente, 10 discos de 11 mm de diâmetro, e estes pesados em balança analítica (GEHAKA AG 200) obtendo-se a massa fresca (F). Em seguida, foram depositados em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura, saturada com água e mantida em recipiente fechado de polietileno. Os discos foram umedecidos periodicamente com água e permaneceram na espuma até a completa saturação, após 6 h, quando então foram pesadas novamente, obtendo-se a massa túrgida (T). Em seguida, os discos foram colocados em estufa a 70 °C, por aproximadamente 24 h para a obtenção da massa seca (W) constante. O cálculo do teor relativo de água foi estimado (Equação 1):

$$\text{TRA} = [(F-W)/(T-W)] \times 100 \quad (1)$$

##### 3.2.3.1.2 Cor instrumental

As amostras foram colocadas em uma superfície preta e a cor medida em três diferentes pontos da face adaxial da folha e em três pontos do caule, utilizando três folhas e três caules selecionados aleatoriamente. As leituras

foram realizadas com colorímetro *tristímulus* CR-310 Minolta. Os dados foram expressos em coordenadas do sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). A variação no eixo  $L^*$  representa mudanças na luminosidade, com uma faixa de 0 = preto e 100 = branco; a coordenada  $a^*$  é responsável pela cromaticidade ( $+a^*$ = vermelho;  $-a^*$ = verde) e a  $b^*$  ( $+b^*$ = amarelo;  $-b^*$ = azul). Foi calculado a intensidade de cor ou croma ( $c^*$ ) (Equação 2) e o ângulo hue ( $h^\circ$ ) (Equação 3) que é o ângulo de tonalidade, e é expresso em graus, onde  $0^\circ$  está no eixo  $+a^*$  (vermelho),  $90^\circ$  no eixo  $+b^*$  (amarelo),  $180^\circ$  no eixo  $-a^*$  (verde), e  $270^\circ$  no eixo  $-b^*$  (azul) (SHEWFELT et al., 1988). A Equação 3 do ângulo hue foi baseada em Fante et al. (2013).

$$c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$h^\circ = 180 + \text{ATAN}(b^* / a^*), \text{ para } a^* < 0 \text{ e } b^* > 0 \quad (3)$$

### **3.2.3.1.3 Ácidos orgânicos**

Os ácidos oxálico, tartárico, fórmico, málico, láctico, acético, cítrico, succínico, fumárico e propiônico foram quantificado em ramos de jambu (caule, folhas e possíveis inflorescências fechadas). A análise foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) de acordo com o método de Kordis-Krapez et al. (2001). Utilizou-se como fase móvel água pH 2,5: metanol (95:5, v/v), com fluxo constante de  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ . A coluna cromatográfica usada foi Lichospher 100 RP18 (250 x 4mm, 5 mm) e o detector de arranjos de diodos (DAD) selecionado em 210 nm.

### **3.2.3.1.4 Composição Centesimal**

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico (935.29), cinzas por incineração (923.03), proteínas por micro-Kjeldahl, lipídios pela extração direta em Soxhlet (963.15), fibras totais por técnica enzimática gravimétrica (985.29), carboidratos por diferença entre o total da amostra (100 %) e os teores de água, proteínas, lipídios, cinzas e fibras totais. Foi determinado também, a acidez titulável em ácido predominante (a ser

quantificado) por titulação potenciométrica, o pH (981.12) em potenciômetro digital (marca Digimed pHmetro DM20) e o teor de sólidos solúveis totais (SST) (932.12) em Digital Refractometer RTD-45 (Instrutherm), de acordo com os métodos da AOAC (2002).

### **3.2.3.2 Análises de compostos bioativos**

#### **3.2.3.2.1 Vitamina C**

A concentração de vitamina C foi determinada de acordo com a AOAC (2002) (39.051) adaptada. A extração foi realizada com aproximadamente 5 g de ramo de jambu fresco escolhido de forma aleatória com 15 mL de solução ácida (ácido metafosfórico + ácido acético) sendo homogeneizados em Ultra Turrax Ika T18 Basic, com 18000 rpm durante 1 min. Em seguida, o material foi filtrado em gaze e o volume do balão volumétrico completado para 25 mL com solução ácida. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e adicionou 5 mL de solução ácida e 50 mL de água destilada, titulando-se imediatamente com 2-6 diclorofenolindofenol (DCFI), até a viragem para a coloração rósea. Os resultados foram obtidos a partir da Equação (4) e expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca.

$$\frac{V \times Fc \times 100}{A} \quad (4)$$

onde: V = volume da solução de DCFI gasto para titular a amostra; Fc = fator do corante; A = massa da amostra.

#### **3.2.3.2.2 Clorofila e carotenóides totais**

A concentração de clorofila e de carotenóides foram determinadas de acordo com Lichtenthaler (1987). A extração foi realizada com aproximadamente 0,5 g de ramos de jambu fresco aleatorizado com 4 mL de acetona 80%, que foram homogeneizados em Ultra Turrax Ika T18 Basic, com 4000 rpm por 30 segundos. Em seguida, o material foi centrifugado (Thermo Scientific Heraeus Frisco 17) a 2000 x g durante 15 min a 5 °C. O

sobrenadante foi imediatamente conduzido para a leitura em espectrofotômetro Hitachi U2910 sendo as leituras: 660 nm (clorofila a), 641 nm (clorofila b) e 470 nm (carotenóides). Os valores de absorvância e volumes foram substituídos nas fórmulas:  $[Cl_a (\mu\text{g/mL}) = (12,85 \cdot A_{660}) - (2,79 \cdot A_{641})]$ ;  $[Cl_b (\mu\text{g/mL}) = (21,5 \cdot A_{641}) - (5,1 \cdot A_{660})]$ ;  $[Cl_{a+b} (\mu\text{g/mL}) = (7,15 \cdot A_{660} + 18,71 \cdot A_{641})]$ ;  $[Carotenóides\ totais (\mu\text{g/mL}) = 1000 \cdot A_{470} - 1,82 \cdot Cl_a - 85,02 \cdot Cl_b / 198]$ . O teor de clorofilas a e b, e carotenóides totais foram transformados e expressos em mg/100 g de massa fresca.

### **3.2.3.2.3 Fenóis solúveis totais**

A determinação de fenóis solúveis totais foi realizada de acordo com Abou Aziz et al. (1976), empregando o método espectrofotométrico com o uso do reativo Folin-Ciocalteu e o padrão ácido pirogálico.

Pesou em eppendorf, aproximadamente 15 mg de ramos de jambu seco e triturado, com 150  $\mu\text{L}$  de clorofórmio e 300  $\mu\text{L}$  de metanol e homogeneizou-se em Thermomixer Comfort Eppendorf durante 15 min. Em seguida, adicionou 150  $\mu\text{L}$  de clorofórmio e homogeneizou novamente por 10 min. O material foi centrifugado (Thermo Scientific Heraeus Frisco 17) a 4000 x g e 5°C, durante 5 min. O sobrenadante foi recolhido, e o precipitado foi re-extraído com 150  $\mu\text{L}$  de clorofórmio e 300  $\mu\text{L}$  de metanol, sendo novamente centrifugado nas mesmas condições. Ao sobrenadante foi adicionado 300  $\mu\text{L}$  de água deionizada e centrifugado a 4000 x g e 5 °C, durante 5 min. Alíquotas de 10  $\mu\text{L}$  do sobrenadante foram transferidas para a microplaca com 96 poços juntamente com 25  $\mu\text{L}$  do reagente Folin-Ciocalteu, 125  $\mu\text{L}$  de solução de carbonato de sódio (20 %, m/v). A microplaca foi colocada em mixer durante 40 min. Em seguida realizou-se a leitura da absorvância a 725 nm em leitor de VersaMax ELISA Microplate Reader.

A curva padrão foi preparada com 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50  $\mu\text{g/mL}$  de ácido pirogálico. Os resultados foram obtidos a partir desta curva padrão e expressos, após conversão em mg fenóis solúveis totais/ 100 g de massa fresca, em equivalente de ácido gálico (EAG).

#### **3.2.3.2.4 Flavonóides totais**

A determinação dos flavonóides totais realizada de acordo com o método de Awad et al. (2000) adaptado.

A extração foi realizada com aproximadamente 0,3 g de ramos de jambu fresco aleatorizado, adicionado de 4 mL de metanol acidificado com 10 % de ácido acético (85:15, v/v), sendo homogeneizado em Ultra Turrax Ika T18 Basic a 3000 rpm (rotação por minuto) por 30 segundos. Em seguida, foi transferido para tudo de ensaio, que ficou em repouso durante 30 min. Após, adicionou-se 1 mL de cloreto de alumínio a 5%. Homogeneizou-se em Vortex e centrifugou a 1000 x *g* por 20 min a 5 °C. Alíquotas do sobrenadante foram lidas em espectrofotômetro (HITACHI U2910) à absorvância de 425 nm.

A curva padrão foi preparada com 7,5, 12,5, 17,5, 22,5, 27,5, 32,5, 37,5, 42,5, e 47, 5 µg/mL de rutina. Os resultados foram obtidos a partir da curva padrão e expressos em mg flavonóides/ 100 g massa fresca, em equivalente de rutina.

#### **3.2.3.3 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas realizadas foram: coliformes totais e *E. coli*, contagem padrão em placas de bactérias mesófilas e *Salmonella* spp.

Pesou-se 25 g de ramos de jambu fresco aleatorizado, adicionou 225 mL de água peptonada a 0,01 % e homogeneizou em “stomacher” durante 5 min, obtendo a diluição 10<sup>-1</sup>.

As contagens de coliformes totais e *E. coli* (UFC/cm<sup>2</sup>) foram realizadas em placas Placas Petrifilm<sup>TM</sup> EC (3M do Brasil Ltda.) por meio da inoculação de alíquotas de 1,0 mL das diluições de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-5</sup> da amostra. Após incubação das placas a 35 °C ± 1°C por 24 h, a interpretação foi realizada mediante a coloração, sendo as colônias vermelhas e azuis com gás referente aos coliformes totais; e após 48 h azuis com gás referente a *E. coli*., de acordo com o método de 991.14 da AOAC (2002).

Para a contagem padrão em placas de bactérias mesófilas foi utilizada a técnica *pour plate* e *Ágar Count Plate* (Oxoid Ltda.). Alíquotas de 1,0 mL das

diluições de  $10^{-2}$  a  $10^{-7}$  foram transferidas para as placas de petri, adicionando o meio de cultura. Em seguida, homogeneizou-se e após a solidificação, as placas foram incubadas a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 h (APHA, 2005). O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g de amostra.

A presença de *Salmonella* spp. foi verificada em placa de meio CromoCen SC para *Salmonella* (BioCen do Brasil). Em cada placa foi adicionada 1 mL da diluição  $10^{-1}$  e incubou a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 h. A presença de *Salmonella* foi detectada por colônias com centro vermelho e bordas mais claras.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Análises físico-químicas

O teor relativo de água (TRA) para o jambu foi de 83,38% (Tabela 1), o que indica quanto de água a planta pode armazenar. Segundo Guimarães e Stone (2008), as partes verdes da maioria das plantas tem um TRA entre 80 a 90 %, demandando condições hídricas próximas da saturação (100 %), quando se tem o funcionamento normal das células do vegetal.

**Tabela 1.** Médias e desvio padrão para o teor relativo de água e coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $h^{\circ}$  para o jambu fresco.

Determinação	Resultado	
TRA (%)	83,38 $\pm$ 1,06	
	Folha	Caule
$L^*$	32,35 $\pm$ 0,64	41,22 $\pm$ 0,53
$a^*$	-4,84 $\pm$ 0,40	-4,85 $\pm$ 0,30
$b^*$	13,90 $\pm$ 0,69	17,20 $\pm$ 0,70
$h^{\circ}$	178,77 $\pm$ 0,02	178,50 $\pm$ 0,06
$c^*$	14,25 $\pm$ 0,19	17,45 $\pm$ 0,45

TRA=Teor Relativo de Água;  $c^*$ =Croma;  $h^{\circ}$ = Ângulo Hue.  
Média e desvio padrão obtidos a partir da média de triplicatas.

Em relação a cor instrumental, as coordenadas primárias, o ângulo hue ( $h^\circ$ ) e o croma ( $c^*$ ) foram obtidos para o caule e folhas, separadamente, devido a dificuldade em homogeneizar tal produto, não quantificando para as inflorescências, pois devido estas não estarem sempre presentes nos ramos. A luminosidade ( $L^*$ ) que compreende a faixa de 0 (escura) a 100 (branca) foi escura para a folha e caule, sendo mais escura para as folhas. A coordenada  $a^*$  que corresponde ao eixo verde (-a) / vermelho (+a), apresentou para as folhas e caule do jambu coloração verde, típica da folhosa. O ângulo hue ( $h^\circ$ ) ou a tonalização foi próximo a  $180^\circ$ , indicando a cor verde, enquanto o croma ( $c^*$ ) indica a intensidade do tom, sendo este mais intenso para o caule do que na folha.

### **3.3.1.1 Ácidos orgânicos**

Os ácidos orgânicos são importantes para o metabolismo respiratório, para fornecimento de carbono e para a produção de energia nas diferentes fases do ciclo vital dos produtos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005; BRECHT et al., 2010). Além disso, o sabor, o aroma e até a aparência das hortaliças, depende das apreciáveis quantidades de açúcares, ácidos orgânicos, sais e substâncias orgânicas (CALBO; MORETTI; HENZ, 2007).

Os teores e os ácidos orgânicos identificados no jambu fresco são apresentados na Tabela 2. Foram detectados e quantificados os ácidos oxálico, fumárico, tartárico, málico e fórmico; não sendo detectados os ácidos láctico, acético, cítrico, succínico e propiônico.

O ácido oxálico, predominante no jambu é considerado como composto com fator “antinutricional” presente nos alimentos, ou seja, quando consumidos, reduzem o valor nutricional dos alimentos, interferindo na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações podem acarretar danos à saúde (GRIFFITHS et al., 1998).

**Tabela 2.** Composição de ácidos orgânicos na massa fresca de jambu.

<b>Componente</b>	<b>g/100 g MF</b>
Ácido Oxálico	7,72 ± 0,05
Ácido Fumárico	0,73 ± 0,02
Ácido Tartárico	0,36 ± 0,005
Ácido Málico	0,15 ± 0,006
Ácido Fórmico	0,14 ± 0,005
Ácido Láctico	ND
Ácido Acético	ND
Ácido Cítrico	ND
Ácido Succínico	ND
Ácido Propiônico	ND

MF = massa fresca; ND = não detectado.  
Média e desvio padrão obtidos a partir da média de triplicatas.

O ácido oxálico é frequentemente encontrado também em espinafre e apresenta baixo limiar de toxicidade, sendo letal para adultos uma dosagem mínima em torno de 5 g (OGBADOYI et al., 2006). Caso a dosagem seja superior, seu efeito tóxico no organismo deve-se a formação de oxalato de cálcio na urina e ao aumento do risco de formação de cálculos renais, devido a pouca solubilidade do oxalato de cálcio na urina, diminuindo a disponibilidade do cálcio para realização de numerosos processos fisiológicos. Pode também, se complexar com o ferro durante a digestão, formando oxalato ferroso, que mesmo sendo absorvido pode tornar o ferro indisponível para o organismo, sendo o mesmo excretado na urina (GUIL et al., 1996; LOPES et al., 2009).

A concentração de ácido oxálico pode ser reduzida em até 30 % após 10 minutos de cozimento doméstico dos vegetais, preservando o organismo de danos prejudiciais (MOSHA et al., 1995).

### **3.3.1.2 Composição Centesimal**

O jambu pesquisado obteve um percentual de umidade de 89,60 (g/100 g MF) (Tabela 3). Valor semelhante foi encontrado nos arquivos do IBGE

(2011) e Aguiar et al. (2014) para esta hortaliça, considerando caule, folha e inflorescência. Nas hortaliças, a água constitui de 80 a 95% da sua composição, e é responsável pela turgidez dos tecidos, conferindo-lhes boa aparência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disso, elevado teor de água no alimento, torna o meio propício para o crescimento de muitos microrganismos e reações químicas indesejáveis.

**Tabela 3.** Valores médios e desvio padrão da composição centesimal do jambu fresco.

<b>Determinação</b>	<b>Resultado (g/100 g MF)</b>	<b>IBGE (2011) (g/100g MF)</b>	<b>AGUIAR (2014) (g/100g MF)</b>
Umidade	89,60 ± 0,3	89,0	88,60
Lipídios	0,36 ± 0,1	0,30	0,25
Proteína	1,99 ± 0,2	1,90	3,08
Carboidratos	5,16 ± 0,9	7,20	5,30
Fibras totais	1,42 ± 1,9	1,30	4,05
Cinzas	1,47 ± 0,2	1,60	1,41

MF = massa fresca

Média e desvio padrão obtidos a partir da média de triplicatas.

A quantidade de proteínas e lipídios do jambu obtido na pesquisa foi próximo ao citado por IBGE (2011). As proteínas presentes nas plantas tem a principal função enzimática que catalisam processos metabólicos. A formação e ativação de novas enzimas podem ser importantes nos processos fisiológicos como o amadurecimento e a senescência. Enquanto os lipídios constituem menos de 1 % da massa fresca das hortaliças, e são componentes das membranas celulares, cutícula e epiderme (BRECHT et al., 2010).

A quantidade de carboidratos para o jambu (5,16 g/100 g MF) foi inferior a citada pelo IBGE (2011) e por Aguiar et al. (2014). Os carboidratos são abundantes nos vegetais, causando alterações importantes na qualidade pós-colheita. Pode-se citar a perda de açúcares em decorrência do processo fisiológico da respiração resultando na perda de doçura. Do contrário, durante o amadurecimento de frutas, terá como resultando o sabor doce que é desejável (BRECHT et al., 2010).

O teor de fibras totais para o jambu foi de 1,42 g / 100 g MF, valor próximo ao publicado por IBGE (2011). Para o jambu ser considerado uma fonte de fibra deveria ter no mínimo 3 g/100 g de fibra alimentar (BRASIL, 2012). As fibras são nutrientes encontrados nos vegetais e desempenham no organismo funções importantes como intervir no metabolismo dos lipídios e carboidratos e na fisiologia do trato gastrointestinal, além de assegurar uma absorção mais lenta dos nutrientes e promover a sensação de saciedade (UCHOA et al., 2008).

O teor de cinzas é a quantidade de minerais presentes em um alimento, sendo obtido para o jambu valor superior a 1 %, resultado semelhante ao do IBGE (2011) e Aguiar et al. (2014). Não existe na literatura quais os minerais presentes no jambu.

A acidez foi expressa em ácido oxálico (Tabela 4), baseado nos resultados do perfil de ácidos orgânicos quantificados para o material em estudo. O referido ácido foi encontrado em maior quantidade dentre os analisados. Nos tecidos vegetais, a acidez é atribuída aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, enquanto o pH varia de 5-7, sendo esta faixa favorável ao crescimento de bactérias e fungos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005).

**Tabela 4.** Médias e desvio padrão para acidez, pH e sólidos solúveis totais para o jambu fresco.

Determinação	Resultado
Acidez (% ácido oxálico)	0,10 ± 0,01
pH	6,1 ± 0,1
SST (°Brix)	5,0 ± 0,0

SST=Sólidos solúveis Totais.

Média e desvio padrão obtidos a partir da média de triplicatas.

Os teor de sólidos solúveis totais (SST) para o jambu foi de 5 °Brix, o que representam os ácidos, os sais, as vitaminas, algumas pectinas e os açucares presentes nos vegetais (GOMES et al., 2004). E segundo Kleinhenz e Bumgarner (2012) reportam que quando obtido corretamente, podem contribuir para a seleção de variedade, colheita, aspectos de produção agrícola, incluindo irrigação, fertilidade e manejo pós-colheita. A quantificação dos sólidos solúveis

se faz importante porque os carboidratos conferem o sabor doce do vegetal, além de serem fontes energéticas para o crescimento microbiano.

### 3.3.5 Análises de compostos bioativos

Os resultados dos compostos bioativos são apresentados na Tabela 5. O jambu apresentou 12,94 mg/100 g de massa fresca de vitamina C, valor inferior ao citado para o agrião (60 mg/100 g), de acordo com a Taco (2011). A vitamina C tem função antioxidante e é mais sensível à degradação durante o processamento e armazenamento, quando comparada a outros nutrientes (ÖZKAN; AYSEGÜL; CEMEROGLU, 2004).

**Tabela 5.** Valores médios e desvio padrão para vitamina C, clorofila a, clorofila b, carotenóides totais, fenóis solúveis totais e flavonóides totais.

Determinação (mg/100 g MF)	Resultado
Vitamina C*	12,94 ± 0,08
Clorofila a	6,41 ± 1,07
Clorofila b	2,02 ± 0,84
Carotenóides Totais	2,11 ± 0,50
Fenóis Solúveis Totais**	151,48 ± 12,65
Flavonóides Totais***	17,17 ± 3,65

\* Expresso em ácido ascórbico; \*\* Expresso em equivalente EAG; \*\*\* Expresso em equivalente de rutina.

Média e desvio padrão obtidos a partir da média de triplicatas.

Para os pigmentos, a clorofila a apresentou maior concentração em comparação a clorofila b. A perda de clorofila em folhosas constitui um fator de importância na qualidade dos vegetais, devido à modificação da cor (SILVA et al., 2007). Elas exercem a função de transformar energia luminosa em química e desenvolvem a fotossíntese pela fixação de dióxido de carbono com liberação de oxigênio. Em plantas verdes são encontradas na proporção de aproximadamente 3:1, sendo que a clorofila a contribui mais no processo de fotossíntese do que a clorofila b (CHITARRA; CHITARRA, 2005; HÖRTENSTEINER; KRÄUTLER, 2011).

O teor de carotenóides para o jambu foi próximo a 2 %, sendo inferior ao quantificado para agrião com 4,33 mg/100 g de  $\beta$ -caroteno (CAMPOS et al., 2003). Os carotenóides têm como funções a proteção da clorofila e do aparelho fotossintético contra a fotodegradação, bem como a absorção de luz em comprimento de onda diferente do da clorofila, aumentando o potencial energético do sistema. Atuam como antioxidantes, inibindo os radicais livres e impedindo que reações oxidativas se desencadeiem (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PODSEDEK, 2007).

Em relação aos fenóis e flavonóides, os resultados obtidos neste trabalho foram inferiores ao encontrado por Silveira et al. (2014), que determinaram polifenóis totais em agrião e obtiveram concentração próxima de 200 mg GAE/100 g.

Os fenólicos formam uma das principais classes de metabólitos secundários encontrados em vegetais, exibindo uma variedade de estruturas que exercem função de fotoproteção, de defesa contra ataque de insetos e micro-organismos, além de serem responsáveis pela pigmentação, pelo sabor e preservação dos nutrientes. Dentre as estruturas, se encontram os flavonóides que são polifenóis capazes de regular a atividade das enzimas e exercer efeitos benéficos para a saúde. E das suas propriedades a de maior destaque é sua capacidade antioxidante (TAPAS; SAKARKAR; KAKDE, 2008; SANDHAR et al., 2011).

### 3.3.6 Análises microbiológicas

Na Tabela 6 estão dispostos os resultados das análises microbiológicas para o jambu fresco produzido em Viçosa-MG, com os valores preconizados na resolução de nº 12 de Janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). O jambu se enquadra no grupo das hortaliças *in natura* da referida resolução. Nesta legislação, não existe um limite específico para coliformes totais e bactérias mesófilas, porém foram determinados nesta pesquisa, devido os coliformes totais serem indicadores das condições higiênicas, e as bactérias mesófilas indicadoras da boa qualidade dos alimentos. Segundo Jay (2005), elas se desenvolvem em

temperatura de 20 °C a 45 °C, possuindo temperatura ótima de crescimento na faixa de 30 - 45 °C.

De acordo com Oliveira et al. (2010), para produtos vegetais frescos, o número de bactérias mesofílicas varia de  $10^3$ - $10^9$  UFC/g, estando o encontrado para o jambu dentro desta faixa. Bachelli, Amaral e Benedetti (2013) encontrou para alface, uma contagem de 5 a 6 ciclos logarítmicos.

**Tabela 6.** Análises microbiológicas do jambu fresco produzido em Viçosa-MG.

Determinações	Valores	Brasil (2001)
Coliformes Totais (UFC/g)	< 3	-
Coliformes <i>E. coli.</i> (UFC/g)	< 3	$5 \times 10^2$
Contagem padrão de Bactérias Mesófilas (UFC/g)	$6,3 \times 10^5$	-
Salmonella spp	< 3	Aus/25 g

Valores obtidos a partir da média de triplicatas.

Como as hortaliças são fontes potenciais de micro-organismos patogênicos e juntamente com os deterioradores, podem contaminar os produtos de origem vegetal. Essa contaminação se inicia na fase de produção, nos campos, quando há o contato com o solo, água, fezes de animais, insetos e manipuladores, e continua durante as etapas de colheita, manuseio, transporte da matéria-prima até a indústria (MORETTI, 2007).

### 3.4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos da caracterização físico-química do jambu revelaram que é um alimento de tonalidade verde, com alto teor de umidade, pH e sólidos solúveis, se tornando um meio favorável para o crescimento microbiano. Pode ser considerado como fonte de fibra, e seu ácido orgânico predominante foi o oxálico.

A quantificação dos compostos bioativos mostraram que o jambu é fonte de vitamina C e fenóis solúveis totais, substâncias antioxidantes.

Os resultados microbiológicos estão dentro dos limites dos padrões de identidade e qualidade para folhosas.

No geral, os resultados são uma contribuição para pesquisas futuras e para o banco de dados, levando em consideração que a análise realizada na matéria prima utilizou do caule, das folhas e inflorescências, quando presente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-AZIZ, A.B.; EL-NATAWAY, S.M.; ADEL-WAHAB, F.K; KADER, A.A. The effect of storage temperature on quality and decay percentage of 'Pairi' and 'Taimour' mango fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.5, p.65-72, 1976.

AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, L.K.O.; SOUZA, F.C.A.; PESSOA, A. Biodisponibilidade do ferro do jambu (*Spilanthes oleracea* L.): estudo em murinos. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v.5, n.1, p.19-24, 2014.

APHA-American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington, D. C.: APHA, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17. ed. Washington, 2002.

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.

BACHELLI, M.L.B.; AMARAL, R.D.A.; BENEDETTI, B.C. Alternative sanitization methods for minimally processed lettuce in comparison to sodium hypochlorite. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.44, n.3, p.673-678, 2013.

BORGES, L.S. **Potencial antioxidante, óleo essencial e atividade antifúngica de plantas de jambu (*Spilanthes oleracea*), cultivadas sob adubação orgânica e convencional**. Tese de doutorado em agronomia (horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2012, [s.n.].

BRASIL, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Resolução RDC nº. 12 de 2 de Janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES).

BRASIL, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Resolução RDC nº. 54 de 12 de Novembro de 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. Disponível em:

[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54\\_2012.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES).

BRECHT, J.K.; RITENOUR, M.A.; HAARD, N.F.; CHRISM, G.W. **Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis**. In DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. 4 ed. Artmed: Porto Alegre, 2010, p.759-818.

CALBO, A.G.; MORETTI, C.L.; HENZ, G.P. Respiração de Frutas e Hortaliças. **Comunicado Técnico 46**, Embrapa: Brasília, 2007.

CAMPOS, F.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; STRINGHETA, P.C.; CHAVES, J.B.P. Teores de beta-caroteno em vegetais folhosos preparados em restaurantes comerciais de Viçosa-MG. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.163-169, 2003.

CATSKY, J. Water content. In. SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlim: Springer – Verlag, 1974, p.121-131.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª Ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

FANTE, C.A.; VILAS BOAS, A.C.; COSTA, A.C.; SILVA, E.P.; OLIVEIRA, M.C.; LIMA, L.C.O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**. v.43, n.12, p.2142-2147, 2013.

GOMES, V.M.; CONEGLIAN, R.C.C.; CASTRICINI, A.; MEDEIROS, A.S.F.; VITAL, H.C. Utilização de atmosfera modificada e radiação gama na manutenção da qualidade de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em pós-colheita: avaliação química. **Revista Universidade Rural**, v.24, n.1, p.99-105, 2004.

RIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the *Brassicaceae*: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.73, n.1, p.1-18, 1998.

GUIL, J.L. et al. Oxalic acid and calcium determination in wild edible plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.1821-1823, 1996.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F. Métodos de Avaliação das Condições Hídricas das Plantas. **Comunicado técnico 161**. Embrapa: Goiás. 2008.

HÖRTENSTEINER, S.; KRÄUTLER, B. Review - Chlorophyll breakdown in higher plants. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1807, p.977-988, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil**. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009, Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 351p

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6ª. Edição. Porto Alegre: Artmed. 2005. 711p.

KLEINHENZ, M.D.; BUMGARNER, N.R. U. **Using °brix as an indicator of vegetable quality**: an overview of the practice. Fact Sheet Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University, 2012.

KORDIS-KRAPEZ, M.; ABRAM, V.; KRAZ, M.; FERJANCIC, S. Determination of organic acids in white wines by RP-HPLC. **Food Technology and Biotechnology**, v.39, n.2, p.93-99, 2011.

LICHTENTHALER, H.K. **Chlorophylls and carotenoids**: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in Enzymology (eds S.P. Colowick, & N.O. Kaplan), v.48, p.350-382. Academic press, San Diego-New York, 1987.

LOPES, C.O.; DESSIMONI, G.V.;PINTO, N.A.V.D. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.4, p.669-675, 2009.

MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. 1.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

MOSHA, T. C.; GAGA, H. E.; PACE, R. D. Effect of blanching on the content of antinutritional factors in selected vegetables. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.47, p.361-367, 1995.

OGBADOYI, E.O. et al. The effect of processing and preservation methods on the oxalate levels of some Nigerian leafy vegetables. **Biokemistri**, v.18, p.121-125, 2006.

OLIVEIRA, M.; USALL, J.; VIÑAS, I.; ANGUERA, M.; GATIUS, F.; ABADIAS, M. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. **Food Microbiology**, v.27, n.5, p.679–684, 2010.

OLIVEIRA, D.C.R.; SOARES, E.K.B.; FERNANDES, H.R.; BRASIL, S.N.S. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de pasta de alho condimentada com jambú (*Spilantes oleraceae* L.) desidratado. **Scientia Plena**, v.10, n.01, 2014.

ÖZKAN, M.; AYSEGÜL, K.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, v.88, p.591-597, 2004.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **Food Science Technology**, v.40, p.1-11, 2007.

POLTRONIERI, M.C.; POLTRONIERI, L.S.; MULLER, N.R.M. **Cultivo do jambu (*Spilantes oleracea* L.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. N.38, p.1-6, 1998.

SANDHAR, H.K.; KUMAR, B.; TIWARI, P.; SALHAN, M.; SHARMA, P. A review of phytochemistry and pharmacology of flavonoids. **Internationale Pharmaceutica Scientia**, v.1, n.1, 2011.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

SILVA, J.M.; ONGARELLI, M.G.; DEL AGUILA, J.S.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 8, n.2, p.53-59, 2007.

SILVEIRA, A.C.; ARANEDA, C.; HINOJOSA, A.; ESCALONA, V.H. Effect of non-conventional modified atmosphere packaging on fresh cut watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.92, p.114-120, 2014.

TAPAS, A.R.; SAKARKAR, D.R.; KAKDE, R.B. Flavonoids as nutraceuticals: a review. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v.7, n.3, p.1089-1099, 2008.

UCHOA, A.M.A.; COSTA, J.M.C.; MAIA, G.A.; SILVA, E.M.C.; CARVALHO, A.F.F.U.; MEIRA, T.R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.15, p.58-65, 2008.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.; MULLER, C. **Frutales y Hortalizas Promisorios de La Amazonia**. Peru, 1996.

#### 4. CAPÍTULO 2: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DE JAMBU (*Spilanthes oleracea* Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO E REFRIGERADO.

##### RESUMO

O jambu é uma hortaliça comumente consumida na região Norte do Brasil que necessita de preparo (seleção, lavagem, corte) antes do consumo. E para reduzir este tempo de preparo, agregando conveniência e valor ao produto, o objetivo deste trabalho foi processar minimamente o jambu. Para isto, foram avaliados as condições de processamento, as características físico-químicas, microbiológicas e os compostos bioativos de jambu, minimamente processado e armazenado a 5°C. Inicialmente foram testados diversos sanitizantes, dentre eles o hipoclorito de sódio, dicloroisocianurato de sódio dihidratada, nas concentrações de 100 e 200 mg/L; peróxido de hidrogênio a 3 e 6%, frente a um controle em água potável. A eficiência do sanitizante foi avaliada por meio da redução da carga microbiana. O jambu foi armazenado durante 12 dias, e a cada 3 dias, amostras foram coletadas para as análises de coliformes totais e *E.coli.*; contagem padrão de bactérias mesófilas, Salmonella, e a contagem padrão de bactérias psicotróficas. Foram também medidos perda de massa, teor relativo de água, cor instrumental, acidez potenciométrica, pH, sólidos solúveis totais, vitamina C, clorofilas a e b, carotenóides, fenóis e flavonóides. Os resultados indicaram que o dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 200 mg/L foi o sanitizante eficiente na redução da carga microbiana. Na contagem microbiológica observou-se aumento de bactérias psicotróficas, chegando ao 12<sup>o</sup> dia de armazenamento com  $3,0 \times 10^5$  UFC/g, porém este valor não compromete a integridade microbiológica do produto. O efeito do tempo de armazenamento foi significativo ( $p < 0,05$ ) para a perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha, acidez, pH e vitamina C. Para as coordenadas da cor instrumental,  $a^*$  e  $b^*$ , o croma ( $c^*$ ), o ângulo hue para caule e folha, o teor de clorofila a e b, carotenóides, fenóis e flavonóides não tiveram influência significativa do tempo ( $p > 0,05$ ).

## 4.1. INTRODUÇÃO

O jambu (*Spilanthes oleracea*. L.) é uma hortaliça típica da região Norte, principalmente do Estado do Pará, onde é consumido em grande escala nos pratos típicos, como o pato no tucupí, tacacá, arroz com jambu, pizza, e nas bebidas alcoólicas, como a cachaça e o licor de jambu. Sua demanda é maior nos períodos festivos, como festas juninas, Natal e principalmente no mês de outubro, em que se comemora o Círio de Nazaré.

Sua comercialização é realizada *in natura*, após lavagem da planta com água corrente para remoção de resíduos de terra. Para o consumo do jambu é necessário um preparo que consiste em seleção, lavagem e corte da raiz, para posteriormente ser levado a cocção em água fervente e depois utilizado nos pratos típicos. Embora o preparo seja simples, requer tempo e mão de obra, além de certo volume de material que é levado sem ser efetivamente utilizado.

Assim, para reduzir as perdas de matéria-prima, oferecer conveniência as pessoas e agregar valor ao produto, a tecnologia do processamento mínimo do jambu possibilitaria a aquisição do produto pré-preparado, com apenas a parte comestível efetivamente a ser utilizada, com toda a conveniência e inovação de produto para a população consumidora.

O processamento mínimo consiste nas etapas de seleção, classificação, corte ou fatiamento, sanitização, drenagem, embalagem e armazenamento refrigerado, obtendo-se um produto com características semelhantes ao *in natura*. Entretanto, o metabolismo dos minimamente processados é mais intenso do que nos tecidos intactos dos *in natura*, o que necessita de refrigeração e cuidados de manipulação desde a obtenção da matéria - prima até a comercialização (ROVERSI; MASSON, 2004).

A técnica do processamento mínimo tem contribuído para o aumento de vida de prateleira, com a manutenção das características físico-químicas, microbiológicas, dos compostos bioativos e da qualidade sensorial de hortaliças como agrião e alface crespa, como obtido nas pesquisas de Roversi e Masson (2004), Arruda et al. (2010) e Siroli et al. (2015).

Diante da escassez de estudo com jambu minimamente processado, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições de processamento e

determinar as características microbiológicas, físico-química, os compostos bioativos de jambu minimamente processado e armazenado a 5°C.

## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Processamento Mínimo, nos Laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa, MG.

### **4.2.1. Plantio de Jambu**

O jambu foi plantado na Estação Experimental Professor Diogo Alves de Mello da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A semeadura foi realizada no mês de novembro de 2013, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo o substrato comercial Tropstrato HT<sup>®</sup>, sendo mantidas em ambiente protegido durante 25 a 30 dias. Após a semeadura, quando as plantas estavam com cerca de cinco folhas definitivas, as mudas foram transplantadas para canteiro de 1,0 m x 20 m, com espaçamento de 0,25 cm<sup>2</sup>. Durante o ciclo foram realizadas duas adubações de cobertura utilizando sulfato de amônio. Aplicou-se Deltametrina contra insetos. E a irrigação por aspersão foi realizada em dias intercalados. A colheita foi realizada pela manhã, após os 30 dias da semeadura, selecionando ramos mais desenvolvidos que foram cortados a cerca de 5 a 7 cm do solo.

### **4.2.2. Processamento mínimo de jambu**

#### **4.2.2.1 Delineamento Experimental**

No Capítulo 2 foi realizado o processamento mínimo sendo dividido em teste dos sanitizantes e armazenamento refrigerado.

No teste dos sanitizantes o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos: um controle (água potável), solução de hipoclorito de sódio e solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado em duas concentrações (100 e 200 mg.L<sup>-1</sup>) de cloro ativo e solução de peróxido de hidrogênio a 3 e 6 %. Todos os tratamentos com três repetições.

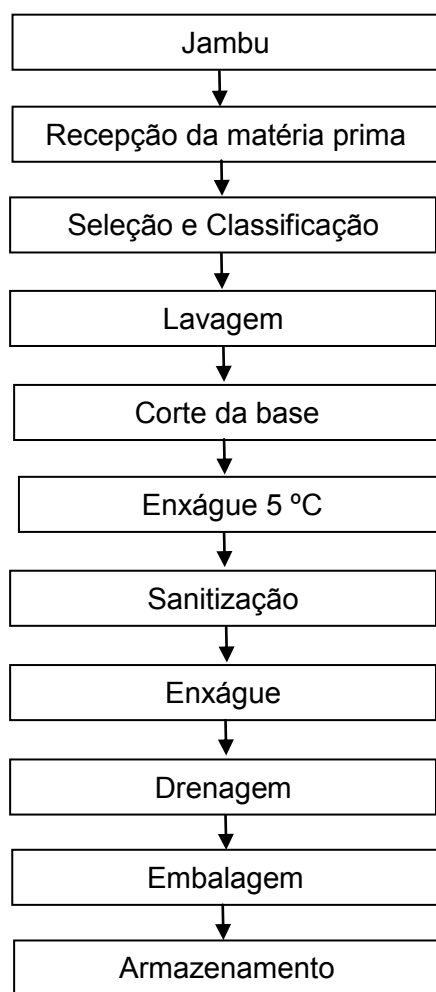
No armazenamento refrigerado, o delineamento experimental foi conduzido utilizando um sanitizante, uma temperatura de refrigeração de 5 °C e cinco tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições.

#### **4.2.2.2. Teste dos sanitizantes**

O jambu colhido foi colocado, imediatamente, em caixa térmica contendo gelo e transportado até a Unidade de Processamento Mínimo. A hortaliça foi submetida às seguintes operações: lavagem em água corrente para retirada de resíduos da terra, esterco e outros materiais. Em seguida foi feita a seleção de partes injuriadas como folhas amassadas, rasgadas, escurecidas e a retirada de inflorescência mais desenvolvida. Após esta etapa, foi realizado um corte com faca inoxidável para a remoção de um 1/3 da raiz, restando ramos de jambu contendo caule, folhas e possíveis inflorescências fechadas. Posteriormente, os ramos de jambu foram imersos rapidamente em água potável em torno de 5 °C, para a retirada do suco celular.

Na sequência, os ramos de jambu foram submetidos a diferentes sanitizantes em torno de 5 °C, sendo um controle por imersão em água potável; imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 e 200 mg.L<sup>-1</sup> de cloro ativo, imersão em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado (Sumaveg®) a 100 e 200 mg.L<sup>-1</sup> de cloro ativo; imersão em solução de peróxido de hidrogênio a 3 e 6 %, todos por 15 min. A proporção de jambu:água potável foi de 1:3 (v/v), realizado em caixa branca de polipropileno de 32 cm de largura x 9 cm de altura x 49 cm de comprimento. Em seguida, o material sanitizado foi enxaguado a 5 °C, nas soluções de hipoclorito de sódio, dicloroisocianurato de sódio dihidratado, ambas nas concentrações de 5 mg.L<sup>-1</sup> durante 5 min. Para o peróxido de hidrogênio não houve enxágue.

Em seguida, a etapa de drenagem foi realizada em caixa branca de polietileno de alta densidade perfurada, durante 10 min, com leves movimentos a cada 3 min, para facilitar a retirada do excesso de água. Após esta etapa, pesou-se em torno de 90 g de jambu em embalagem estéril de polietileno com tarja, de 7,5 x 18,5 cm, e em seguida, foram realizadas as análises microbiológicas. Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma de obtenção do jambu minimamente processado.



**Figura 1.** Fluxograma de obtenção de jambu minimamente processado.

#### **4.2.2.3. Armazenamento refrigerado**

Após o resultado das análises microbiológicas, o sanitizante que se mostrou mais eficiente foi utilizado no processamento mínimo do jambu para monitorar as análises microbiológicas, físico-químicas e os fitoquímicos durante o armazenamento a 5 °C.

O procedimento foi semelhante ao descrito no item 4.2.2.1., sendo que na etapa de sanitização utilizou-se o sanitizante que se mostrou mais eficiente nas análises microbiológicas. E após a drenagem, pesou-se aproximadamente 120 g de jambu (peso líquido) em embalagens de polietileno tamanho 40 cm x 30 cm sendo selados em seladora de pedal (R. BAIÃO). As embalagens com o jambu foram armazenadas em expositor refrigerado vertical (METALFRIO) à 5 °C e com  $95 \pm 5$  % de umidade relativa. Após o processamento mínimo e a cada 3 dias, cada embalagem (de 120 g) foi retirada para a realização das análises de monitoramento.

#### **4.2.3. Avaliação da qualidade do jambu minimamente processado**

A qualidade do jambu minimamente processado foi avaliada por meio das análises descritas a seguir, nos tempos de armazenamento 0, 3, 6, 9 e 12 dias.

##### **4.2.3.1. Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas para verificar a eficiência dos sanitizantes na qualidade microbiológica e durante o armazenamento a 5 °C durante 12 dias. O tempo de armazenamento foi determinado através de testes preliminares, em que o jambu minimamente processado foi armazenado por mais de 15 dias para verificar a aparência do produto. A análise foi observacional, onde se notou que até o 12º dia de armazenamento a 5 °C, o produto apresentava boa aparência.

As análises microbiológicas realizadas foram: coliformes totais e E. coli, contagem padrão em placas de bactérias mesófilas e psicotróficas, e Salmonella spp.

Pesou-se 25 g de ramos de jambu fresco aleatorizado, adicionou 225 mL de água peptonada a 0,01 % e homogeneizou em “stomacher” durante 5 min, obtendo a diluição  $10^{-1}$ .

As contagens de coliformes totais e E. coli (UFC/g) foram realizadas em placas Petrifilm™ EC (3M do Brasil Ltda.) por meio da inoculação de alíquotas de 1,0 mL das diluições de  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$  da amostra. Após incubação das placas a  $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  por 24 h, a interpretação foi realizada mediante a coloração, sendo as colônias vermelhas e azuis com gás referente aos coliformes totais; e após 48 h azuis com gás referente a E. coli., de acordo com o método de 991.14 da AOAC (2002).

Para a contagem padrão em placas de bactérias mesófilas e psicotróficas foi utilizada a técnica *pour plate* e *Ágar Count Plate* (Oxoid Ltda.). Alíquotas de 1,0 mL das diluições de  $10^{-2}$  a  $10^{-7}$  foram transferidas para as placas de petri, adicionando o meio de cultura. Em seguida, homogeneizou-se e após a solidificação, as placas foram incubadas a  $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  por 48 h para mesófilas; e a  $7\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  por 10 dias para as psicotróficas (APHA, 2005). O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g de amostra.

A presença de Salmonella spp. foi avaliada em placa de meio CromoCen SC para Salmonella (BioCen do Brasil). Em cada placa adicionou 1 mL da diluição  $10^{-1}$  e incubou a  $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  por 48 h. A presença de Salmonella foi detectada por colônias com centro vermelho e bordas mais claras.

#### **4.2.3.2. Perda de massa**

Foi determinada por pesagem de cada embalagem em balança semi-analítica, em cada tempo de armazenamento. A perda de massa foi obtida considerando a diferença entre o peso inicial e o final, e o resultado expresso em %, de acordo com Damasceno et al. (2005).

#### 4.2.3.3. Teor relativo de água

O teor relativo de água (TRA) das folhas do jambu foi determinado com base na metodologia descrita por Càtsky (1974). Para tal, foram retirados manualmente da folha, 10 discos de 11 mm de diâmetro, e estes pesados em balança analítica (GEHAKA AG 200) obtendo-se a massa fresca (F). Em seguida, foram depositados em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura, saturada com água e mantida em recipiente de polietileno. Os discos foram umedecidos periodicamente com água, e permaneceram na espuma até a completa saturação, cerca de 6 h, quando então foram pesados novamente, obtendo-se a massa túrgida (T). Em seguida, os discos foram colocados em estufa a 70 °C, por aproximadamente 24 h para a obtenção da massa seca (W) constante. O cálculo do teor relativo de água foi estimado (Equação 1):

$$\% \text{ TRA} = [(F-W)/(T-W)] \times 100 \quad (1)$$

#### 4.2.3.4. Cor instrumental

As amostras foram colocadas em uma superfície preta e a cor medida em três diferentes pontos da face adaxial da folha (F) e em três pontos do caule (C), utilizando três folhas e três caules selecionados aleatoriamente. As leituras foram realizadas com colorímetro *tristimulus* CR-310 Minolta. Os dados coletados foram expressos em coordenadas do sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). A variação no eixo  $L^*$  representa mudanças na luminosidade, com uma faixa de 0 = preto e 100 = branco; a coordenada  $a^*$  é responsável pela cromaticidade ( $+a^*$ = vermelho;  $-a^*$ = verde) e a  $b^*$  ( $+b^*$ = amarelo;  $-b^*$ = azul). Foi calculado a intensidade de cor ou croma ( $c^*$ ) (Equação 2) e o ângulo hue ( $h^\circ$ ) (Equação 3) que é o ângulo de tonalidade, e é expresso em graus, onde  $0^\circ$  está no eixo  $+a^*$  (vermelho),  $90^\circ$  no eixo  $+b^*$  (amarelo),  $180^\circ$  no eixo  $-a^*$  (verde), e  $270^\circ$  no eixo  $-b^*$  (azul) (SHEWFELT et al., 1988). A Equação 3 do ângulo hue foi baseada em Fante et al. (2013).

$$c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

$$h^{\circ} = 180 + \text{ATAN}(b^* / a^*), \text{ para } a^* < 0 \text{ e } b^* > 0 \quad (3)$$

#### 4.2.3.5. Análises físico-químicas

Foi determinado a acidez titulável em ácido predominante (a ser quantificado) por titulação potenciométrica, o pH (981.12) em potenciômetro digital (marca Digimed pHmetro DM20) e o teor de sólidos solúveis totais (SST) (932.12) em Digital Refractometer RTD-45 (Instrutherm), de acordo com os métodos da AOAC (2002).

#### 4.2.3.6. Vitamina C

As concentrações de vitamina C foram determinadas de acordo com a AOAC (2002) (39.051) adaptado. A extração foi realizada em aproximadamente 5 g de ramos de jambu fresco escolhido de forma aleatória com 15 mL de solução ácida (ácido metafosfórico + ácido acético), homogeneizados em Ultra Turrax Ika T18 Basic, com 18000 rpm durante 1 min. Em seguida, o material foi filtrado em gaze, transferido para volume do balão volumétrico e o volume completado para 25 mL com solução ácida. Deste balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL, adicionou 5 mL de solução ácida e 50 mL de água destilada, e titulou-se em seguida com 2-6 diclorofenolindofenol (DCFI), até a viragem para a coloração rósea. Os resultados foram obtidos a partir da Equação (4) e expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de massa fresca.

$$\frac{V \times Fc \times 100}{A} \quad (4)$$

onde: V = volume da solução de DCFI gasto para titular a amostra; Fc = fator do corante; A = massa da amostra.

#### 4.2.3.7. Clorofila e carotenóides totais

A concentração de clorofila e de carotenóides foram determinadas de acordo com Lichtenthaler (1987). A extração foi realizada com

aproximadamente 0,5 g de ramos de jambu fresco aleatorizado com 4 mL de acetona 80%, que foram homogeneizados em Ultra Turrax Ika T18 Basic, com 4000 rpm por 30 segundos. Em seguida, o material foi centrifugado (Thermo Scientific Heraeus Frisco 17) a 2000 x g durante 15 min a 5 °C. O sobrenadante foi imediatamente conduzido para a leitura em espectrofotômetro Hitachi U2910 sendo as leituras: 660 nm (clorofila a), 641 nm (clorofila b) e 470 nm (carotenóides). Os valores de absorvância e volumes foram substituídos nas fórmulas: [Cla (µg/mL)= (12,85\*A660)-(2,79\*A641)]; [Cib (µg/mL)= (21,5\*A641)-(5,1\*A660)]; [Cla+b (µg/mL)= (7,15\*A660+18,71\*A641)]; [Carotenóides totais (µg/mL)= 1000\*A470-1,82\*Cla-85,02\*Cib/198]. O teor de clorofilas a e b, e carotenóides totais foram transformados e expressos em mg/100 g de massa fresca.

#### **4.2.3.8. Fenóis solúveis totais**

A determinação de fenóis solúveis totais foi realizada de acordo com Abou Aziz et al. (1976), empregando o método espectrofotométrico com o uso do reativo Folin-Ciocalteu e o padrão ácido pirogálico.

Pesou em eppendorf, aproximadamente 15 mg de ramos de jambu seco e triturado, com 150 µL de clorofórmio e 300 µL de metanol e homogeneizou-se em Thermomixer Comfort Eppendorf durante 15 min. Em seguida, adicionou 150 µL de clorofórmio e homogeneizou novamente por 10 min. O material foi centrifugado (Thermo Scientific Heraeus Frisco 17) a 4000 x g e 5°C, durante 5 min. O sobrenadante foi recolhido, e o precipitado foi re-extraído com 150 µL de clorofórmio e 300 µL de metanol, sendo novamente centrifugado nas mesmas condições. Ao sobrenadante foi adicionado 300 µL de água deionizada e centrifugado a 4000 x g e 5 °C, durante 5 min. Alíquotas de 10 µL do sobrenadante foram transferidas para a microplaca com 96 poços juntamente com 25 µL do reagente Folin-Ciocalteu, 125 µL de solução de carbonato de sódio (20 %, m/v). A microplaca foi colocada em mixer durante 40 min. Em seguida realizou-se a leitura da absorvância a 725 nm em leitor de VersaMax ELISA Microplate Reader.

A curva padrão foi preparada com 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 µg/mL de ácido pirogálico. Os resultados foram obtidos a partir desta curva padrão e expressos, após conversão em mg fenóis solúveis totais/ 100 g de massa fresca, em equivalente de ácido gálico (EAG).

#### **4.2.3.9. Flavonóides totais**

A determinação dos flavonóides totais foi realizada de acordo com o método de Awad et al. (2000), adaptado.

A extração foi realizada com aproximadamente 0,3 g de jambu fresco e 4 mL de metanol acidificado com 10 % de ácido acético (85:15, v/v), sendo homogeneizado em Ultra Turrax Ika T18 Basic a 3000 rpm (rotação por minuto) por 30 segundos. Em seguida, foi transferido para tubo de ensaio, que ficou em repouso durante 30 min. Após esta etapa, adicionou-se 1 mL de cloreto de alumínio a 5%. Homogeneizou-se em Vortex e centrifugou a 1000 x *g* por 20 min. Alíquotas do sobrenadante foram lidas em espectrofotômetro (HITACHI U2910) na absorbância de 425 nm.

A curva padrão foi preparada com 7,5, 12,5, 17,5, 22,5, 27,5, 32,5, 37,5, 42,5, e 47,5 µg/mL de rutina. Os resultados foram obtidos a partir da curva padrão e expressos em mg flavonóides/ 100 g massa fresca, em equivalente de rutina.

#### **4.2.3.10. Análise estatística**

Foi realizada análise de regressão para verificar influência do tempo de armazenamento nas determinações realizadas quando a ANOVA foi significativa à 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando procedimentos do módulo STAT/SAS do software Statistical Analysis System, Versão 9.3, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1. Teste dos sanitizantes

Para produtos minimamente processados não existe legislação específica. Porém, a resolução de nº 12 de Janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), em um dos seus itens estabelece padrões microbiológicos para hortaliças que foram preparadas, ou seja, descascadas, selecionadas ou fracionadas, sanificadas e refrigeradas, podendo os minimamente processados se enquadrarem neste grupo. Assim, os padrões microbiológicos exigidos por esta resolução são para coliformes a 45 °C, com tolerância de  $5 \times 10^2$  UFC. g<sup>-1</sup>, e para *Salmonella* spp. ausência em 25 g de amostra. Observa-se que os resultados da Tabela 1 para o jambu minimamente processado estão de acordo com a resolução.

**Tabela 1.** Análises microbiológicas do jambu minimamente processado.

Sanitizantes	Coliformes	<i>E.coli.</i> (UFC/g)	Bactérias	<i>Salmonella</i> spp.
	Totais (UFC/g)		Mesófilas** (UFC/g)	
Controle (Água)	$2,39 \times 10^4$	Aus.	$4,4 \times 10^5$	Aus.
Dicloro* 100 mg/L	$6,25 \times 10^3$	Aus.	$4,45 \times 10^4$	Aus.
Dicloro* 200 mg/L	Aus.	Aus.	$3,93 \times 10^4$	Aus.
Hipoclorito de Sódio 100 mg/L	$8,15 \times 10^3$	Aus.	$5,5 \times 10^4$	Aus.
Hipoclorito de Sódio 200 mg/L	Aus.	Aus.	$6,6 \times 10^4$	Aus.
Peróxido de Hidrogênio 3 %	$4,06 \times 10^4$	Aus.	$3,0 \times 10^5$	Aus.
Peróxido de Hidrogênio 6 %	$2,23 \times 10^4$	Aus.	$1,31 \times 10^5$	Aus.

\* Dicloroisocianurato de sódio dihidratado.

\*\* Contagem padrão de bactérias mesófilas.

Valores obtidos a partir da média de 3 repetições.

Para os valores de coliformes totais, observa-se que houve redução de 1 ciclo log para os tratamentos com dicloroisocianurato de sódio e hipoclorito de sódio, ambos na concentração de 100 mg/L, e ausente para a concentração de 200 mg/L, quando comparado com o tratamento controle. Enquanto que para o peróxido de hidrogênio nas duas concentrações (3 e 6%) não houveram reduções de coliformes totais.

A contagem para bactérias mesófilas teve redução de 1 ciclo log para os tratamentos com dicloroisocianurato de sódio dihidratado e hipoclorito de sódio, nas duas concentrações (100 e 200 mg/L), quando comparado ao tratamento controle, porém para o peróxido de hidrogênio não houve redução.

Com base nos resultados, optou-se por utilizar o dicloroisocianurato de sódio dihidratado na concentração de 200 mg/L que teve reduções dos microrganismos avaliados, quando comparados com o controle. Embora o hipoclorito de sódio tenha tido redução similar ao composto orgânico dicloroisocianurato de sódio dihidratado, os sanitizantes a base de cloro orgânico liberam mais lentamente o ácido hipocloroso, responsável pela formação de cloraminas orgânicas quando em reação com as aminas e amidas. Assim, os compostos orgânicos são mais estáveis ao armazenamento, permanecem efetivos por períodos de tempos maiores e são menos reativos com a matéria orgânica, formando menos trihalometanos (ANDRADE et al., 2008).

#### 4.3.2. Armazenamento refrigerado

A partir da escolha do tratamento e da concentração na etapa de sanitização, a qualidade microbiológica, físico-química e os fitoquímicos do jambu minimamente processado foram monitorados durante o armazenamento a 5 °C.

##### 4.3.2.1. Análises microbiológicas

Os resultados para coliformes totais, *E.coli*. e Salmonella estão de acordo com os limites preconizados por Brasil (2001). Foi avaliada a contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas, ao invés de bactérias mesófilas, devido ser um produto refrigerado. Observa-se aumento de 1 ciclo log a cada análise realizada, a partir do 3º dia de armazenamento totalizando 5 ciclos log no 12º dia (Tabela 2). Mesmo assim, este valor não compromete a integridade microbiológica do produto. Este aumento pode ser proveniente as condições

ótimas de meio que é o jambu, ou seja, elevada umidade, acidez baixa e pH próximo a neutralidade.

**Tabela 2.** Análises microbiológicas dos tratamentos do jambu minimamente processado armazenado a 5 °C.

Determinações	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Coliformes Totais (UFC/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
<i>E.coli.</i> (UFC/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Bactérias Aeróbias Psicrotróficas (UFC/g)	Aus.	4,6 x 10 <sup>2</sup>	5,1 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>5</sup>
Salmonella spp.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.

Valores obtidos a partir da média de 3 repetições.

Apesar do aumento de bactérias psicrotróficas, o valor máximo ao final do armazenamento foi de 5 ciclos log, porém pode considerar positivo este resultado, devido ser um produto que foi manipulado e ainda encontra-se em condição de consumo. Nas pesquisas de López-Gálvez et al. (2010) obtiveram resultados entre 5-6 log UFC g<sup>-1</sup> de bactérias psicrotróficas em alface com 10 dias de armazenamento a 7 °C e Silveira et al. (2014) quantificaram acima de 8 log UFC g<sup>-1</sup> em agrião armazenado durante 13 dias a 5 °C, valores superiores ao obtidos neste estudo. Na resolução de nº 12 (BRASIL, 2001), não existe padrões para bactérias aeróbias psicrotróficas e nem mesófilas em alimentos, porém as contagens microbianas acima de 10<sup>6</sup> UFC g<sup>-1</sup> podem indicar exposição à contaminação ambiental, armazenamento inadequado, temperatura abusiva, deixando o alimento impróprio para consumo, devido à perda de valor nutricional, alterações sensoriais e possíveis toxinfecções (ALVES; UENO, 2010).

#### 4.3.2.2. Análises físico-químicas e compostos bioativos

Os resultados das análises físico-químicas e dos compostos bioativos foram submetidos à ANOVA (Tabela 3) para verificar a significância a 5 % de probabilidade. De modo geral, os valores obtidos para as variáveis analisadas estão de acordo com os dados para o jambu *in natura* (Capítulo 1), após o processamento até os 12 dias de armazenamento.

**Tabela 3.** Resumo da ANOVA das análises físico-químicas e compostos bioativos de jambu minimamente processado e refrigerado.

Jambu	Análise	GL	QM	p(F)
	PM	4	0,0934	<0,0001*
	TRA	4	1199,94	<0,0001*
Folha	L*	4	11,55	0,0099*
	a*	4	0,5902	0,5714 <sup>ns</sup>
	b*	4	0,4817	0,7947 <sup>ns</sup>
	c*	4	0,7255	0,7697 <sup>ns</sup>
	°h	4	0,0019	0,3138 <sup>ns</sup>
Caule	L*	4	20,323	0,7849 <sup>ns</sup>
	a*	4	0,8533	0,9167 <sup>ns</sup>
	b*	4	2,3462	0,9496 <sup>ns</sup>
	c*	4	2,8802	0,9482 <sup>ns</sup>
	°h	4	0,0009	0,8677 <sup>ns</sup>
	Acidez	4	0,00132	0,0038*
	pH	4	0,0911	0,0118*
	SST	4	0,1930	0,7261 <sup>ns</sup>
	Vitamina C	4	4,2192	0,0064*
	Clorofila a	4	0,9672	0,1035 <sup>ns</sup>
	Clorofila b	4	0,1282	0,1940 <sup>ns</sup>
	Carotenóides	4	0,0675	0,1338 <sup>ns</sup>
	Fenóis	4	1794,00	0,0662 <sup>ns</sup>
	Flavonóides	4	26,536	0,1239 <sup>ns</sup>

\* Significativo à 5 % de probabilidade; ns = não significativo à 5 % de probabilidade.

As variáveis  $a^*F$ ,  $b^*F$ ,  $c^*F$ ,  $h^{\circ}F$  (para folha),  $L^*C$ ,  $a^*C$ ,  $b^*C$ ,  $c^*C$ , e  $h^{\circ}C$  (para o caule), sólidos solúveis totais, clorofila a, clorofila b, carotenóides, fenóis e flavonóides não foram significativos ( $p>0,05$ ) com o tempo de armazenamento, sendo primeiramente discutidos.

As leituras para a cor instrumental foram realizadas separadamente nas folhas e no caule do jambu, devido à dificuldade em homogeneizar tal produto. Nas inflorescências não foi realizado a análise, por não ter a homogeneidade destas nos ramos, uma vez que durante o processamento optou-se por permanecer apenas as inflorescências fechadas.

A coordenada  $a^*$  para a folha e para o caule tiveram valor negativo que corresponde à região verde do diagrama de cor. Observa-se que ao final do armazenamento, o jambu ficou mais verde, devido ao aumento no valor de  $a^*$ , o que o torna mais atrativo do ponto de vista comercial. A coordenada  $b^*$  teve aumento no 12º dia, tendendo mais para o amarelo. O ângulo hue apresentou tonalidade para a cor verde, tanto nas folhas quanto no caule. O croma ( $c^*$ ) que indica intensidade da cor ou a saturação foi maior para o caule do que nas folhas.

Os sólidos solúveis totais (SST) correspondem às substâncias, principalmente os açúcares que são dissolvidos em água, como são no caso dos alimentos. Para as hortaliças, seus valores de °Brix são variáveis de acordo com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Nos minimamente processados a tendência dos SST seria de uma redução com o tempo de armazenamento, devido ao aumento da taxa respiratória do produto, utilizando reservas existentes nas células (RINALDI, BENEDETTI, CALORE, 2005). Para o jambu não foi observado a redução com o tempo, indicando que possivelmente a embalagem utilizada (polietileno) e a temperatura de 5 °C foram favoráveis na manutenção desta variável durante os 12 dias de armazenamento.

A clorofila a, b e os carotenóides foram mantidos durante o armazenamento ( $p>0,05$ ), sendo isto positivo, pois não compromete a aparência do produto devido a degradação ou perda de clorofila. Segundo Moretti (2007), a perda destes componentes tem como consequência o amarelecimento. A clorofila é o pigmento responsável pela absorção da luz

solar e sua conversão em energia química no processo de fotossíntese, sendo que a clorofila a contribui mais para este processo (HÖRTENSTEINER; KRÄUTLER, 2011), sendo a mais quantificada nos vegetais, quando comparada com a clorofila b. A cor verde indicada nos resultados da análise de cor é devido à presença de clorofila a.

Ainda sobre os carotenóides, observa-se que durante o armazenamento, embora houvesse oscilação na sua quantificação, eles foram mantidos até o 12º dia de armazenamento, resultado positivo obtido neste estudo. Isto pode ser devido a utilização de baixa temperatura (5 °C), havendo redução da respiração e conseqüentemente, diminuição dos processos fisiológicos e bioquímicos, além da ausência de luz no interior do expositor refrigerado. Os carotenóides são afetados pela incidência de luz, calor, ácidos, metais, enzimas e peróxidos estimulando sua oxidação e conseqüentemente a perda destes pigmentos, além da inibição pela presença de compostos antioxidantes, como os tocoferóis e o ácido ascórbico (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os teores de fenóis totais solúveis e flavonóides não tiveram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) do tempo de armazenamento, porém tiveram oscilações nas quantificações durante o armazenamento. Isto pode ser devido às enzimas oxidativas, que encontram-se na forma ativa presente no citossol e também na forma latente encontrada no citossol e nos plastídios, isoladas do restante da célula. Com o armazenamento refrigerado, as enzimas encontradas na forma latente e os plastídios ainda íntegros podem sofrer modificações com tempo, levando a ocorrência destas oscilações na oxidação dos fenólicos (DING et al., 2001; SELLÉS-MARCHART et al., 2006). Os fenóis e flavonóides são importantes, pois agem na captura dos radicais livres, podendo estar envolvidos em mecanismos fisiológicos que estimulam a atividade das enzimas antioxidantes, ou como inibidoras da ação de algumas enzimas relacionadas com o processo cancerígeno (SHAHIDI, 2007).

Na pesquisa de Silveira et al. (2014) obtiveram um conteúdo total inicial de polifenóis de 2 mg/g de massa fresca em agrião, e este nível permaneceu durante os 13 dias de armazenamento. Alarcón-Flores et al. (2014) monitoraram o teor de fenóis, flavonóides, flavonas e isoflavonas em alguns

vegetais minimamente processados e obtiveram com os resultados que os fenólicos foram os mais afetados com o corte e durante o armazenamento a 4 °C.

As variáveis perda de massa (PM), teor relativo de água (TRA), L\*F (luminosidade da folha), acidez, pH e vitamina C foram significativos ( $p < 0,05$ ) com o tempo de armazenamento como observado com o resultado da ANOVA na já citada Tabela 3. Assim, a partir disto, essas variáveis foram submetidas à análise de regressão, e as Equações estão apresentadas na Tabela 4.

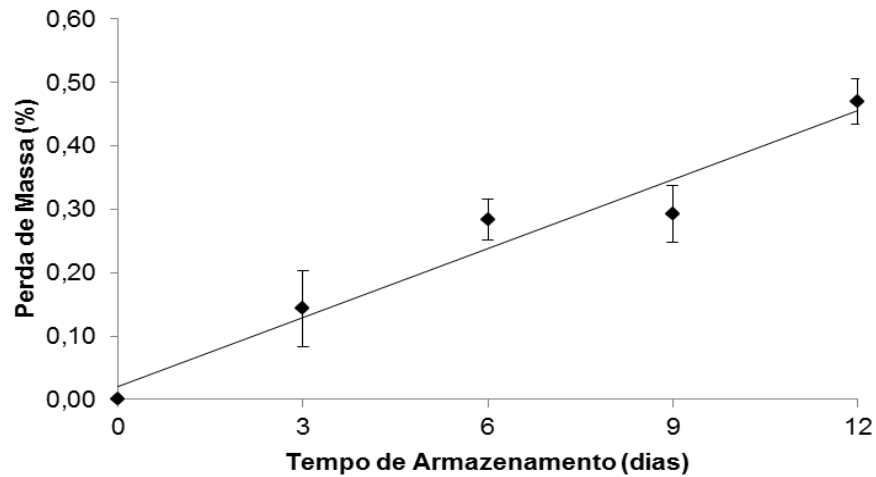
**Tabela 4.** Equação de regressão dos valores de perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha, acidez, pH e vitamina C em função do tempo de armazenamento (X) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e níveis de probabilidade (F) da regressão para o jambu minimamente processado.

Determinações	Modelo de Regressão	$R^2$	Prob (F)
PM	$0,0363 X + 0,020$	0,9539	<0,0001
TRA	$0,4017 X^2 - 8,7627 X + 95,48$	0,9884	<0,0001
L folha	$0,3576 X + 32,124$	0,7476	0,0032
Acidez	$-0,0041 X + 0,1086$	0,8620	0,0003
pH	$0,0336 X + 6,538$	0,8390	0,0009
Vitamina C	$-0,2065 X + 13,4552$	0,6825	0,0032

PM = Perda de massa, TRA = Teor relativo de água, L\*F = Luminosidade da folha.

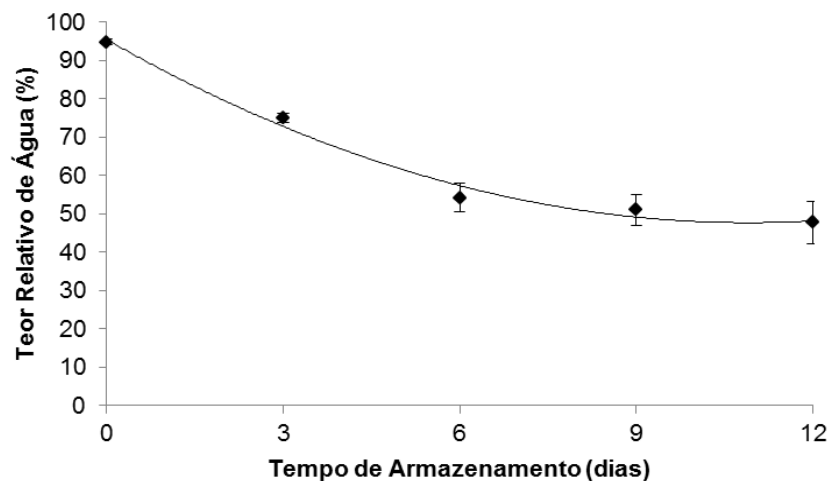
Para perda de massa, L\*F, acidez, pH e vitamina C apresentaram falta de ajuste não significativa e o coeficiente de regressão significativo, podendo então aplicar um modelo de regressão linear para explicar a variação com o tempo. Para o teor relativo de água foi possível o ajuste de uma equação de segundo grau.

A perda de massa aumentou durante o armazenamento de jambu, devido ao processo de transpiração foliar, que está associado à perda de água, conseqüentemente à perda de turgidez dos tecidos e modificação na aparência. Embora o aumento tenha sido de apenas 0,40 % no 12º dia (Figura 2), pode ter contribuído na manutenção dos sólidos solúveis. A perda de massa fresca dos produtos é uma variável importante que está diretamente relacionada com a qualidade das frutas e hortaliças (EVANGELISTA, 2009).



**Figura 2.** Valores médios e desvios padrão para a perda de massa durante o armazenamento a 5 °C.

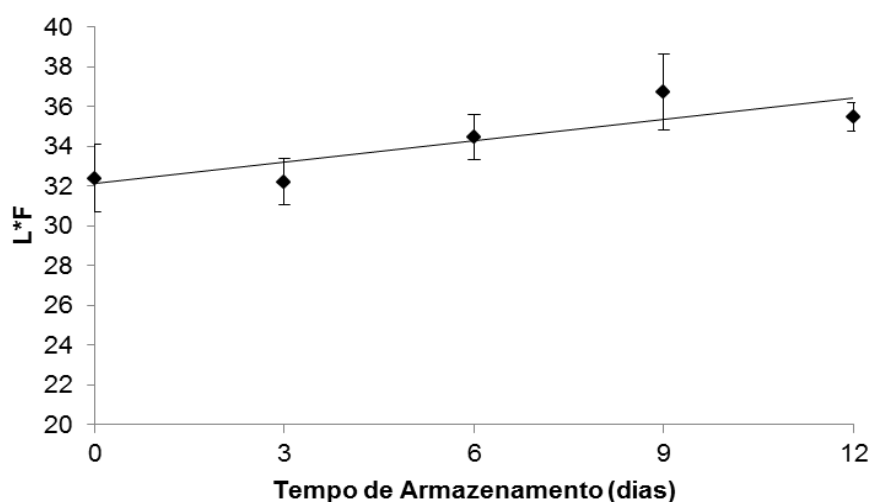
Contrário à perda de massa, o teor relativo aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) com o armazenamento (Figura 3). O TRA é uma medida sensível à variação de água nos tecidos foliares, no caso sugere-se uma elevada perda de água por transpiração. Vale ressaltar que a perda de massa foi realizada no jambu (caule, folha e inflorescência), diferente do TRA que foi realizado apenas na folha, não sendo possível quantificar no caule, devido à necessidade de discos foliares na realização da análise experimental.



**Figura 3.** Valores médios e desvios padrão para o teor relativo de água durante o armazenamento a 5 °C.

Observa-se na Figura 4, que a luminosidade da folha aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) com o tempo de armazenamento, indicando que

não houve escurecimento das folhas de jambu. Silveira et al. (2014) verificaram um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de  $L^*$  para o agrião embalado em atmosferas não convencionais e armazenados a 5 °C, durante 13 dias. O  $L^*$  representa a luminosidade e pode variar de 0 (escuro) a 100 (claro). Sua redução indica perda da coloração característica do produto, aparência mais escura, e está relacionada com diversos aspectos: oxidação de pigmentos termossensíveis, escurecimento não enzimático tais como oxidação da vitamina C.

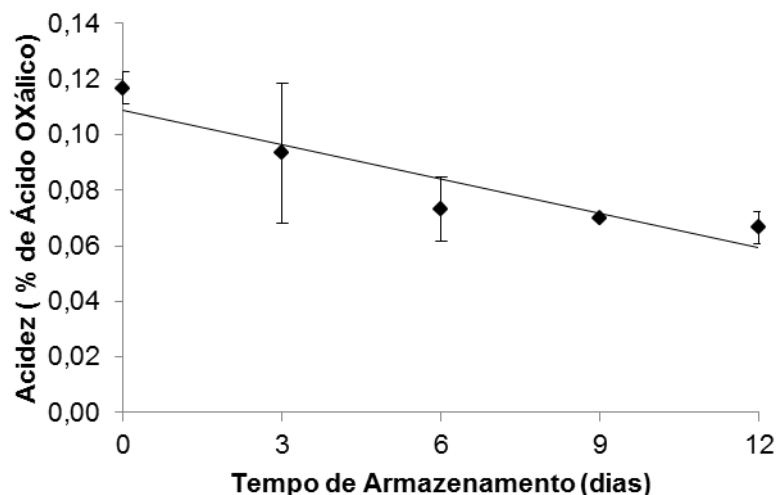


**Figura 4.** Valores médios e desvios padrão para a coordenada  $L^*$  para folha de jambu durante o armazenamento a 5 °C.

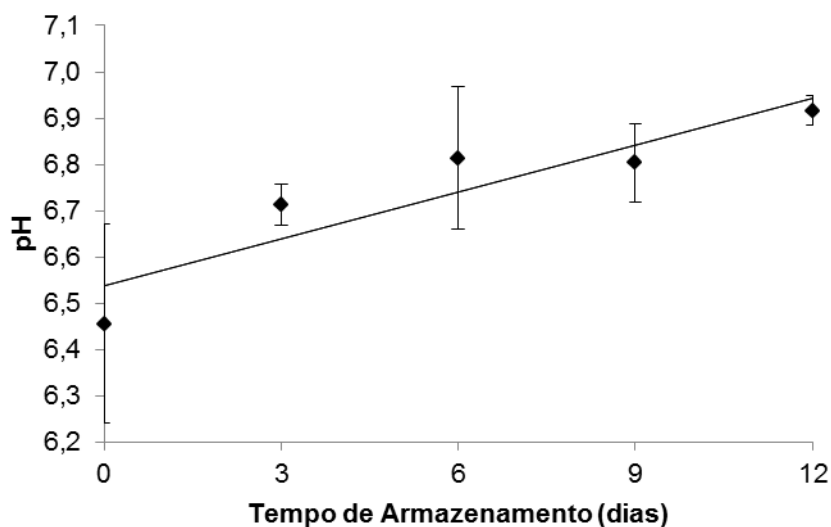
A acidez diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento, como pode ser visualizado na Figura 5. Embora as hortaliças possuam baixa acidez, esta variável é atribuída, principalmente aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, glicosídeos e outros. Durante o amadurecimento dos vegetais, os ácidos orgânicos são utilizados no metabolismo, contribuindo para a diminuição da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para o jambu, foi verificada a redução da acidez em ácido oxálico, sendo este o ácido predominante na quantificação dos ácidos orgânicos desta matéria-prima (Capítulo 1).

O pH aumentou durante o armazenamento de jambu de 6,5 para 6,9 (12º dia) (Figura 6). Esta faixa de valor torna o meio favorável ao crescimento principalmente das bactérias, enquanto fungos e leveduras crescem em

diferentes valores, sendo o crescimento ótimo em pH ácido ( $\text{pH} < 4,0$ ) (JAY, 2005). Com o aumento dos dias armazenamento, a mudança da acidez e do pH favoreceram o crescimento das bactérias psicrotróficas, porém não comprometeram a qualidade microbiológica do jambu, como foi discutido nas análises microbiológicas do armazenamento refrigerado.



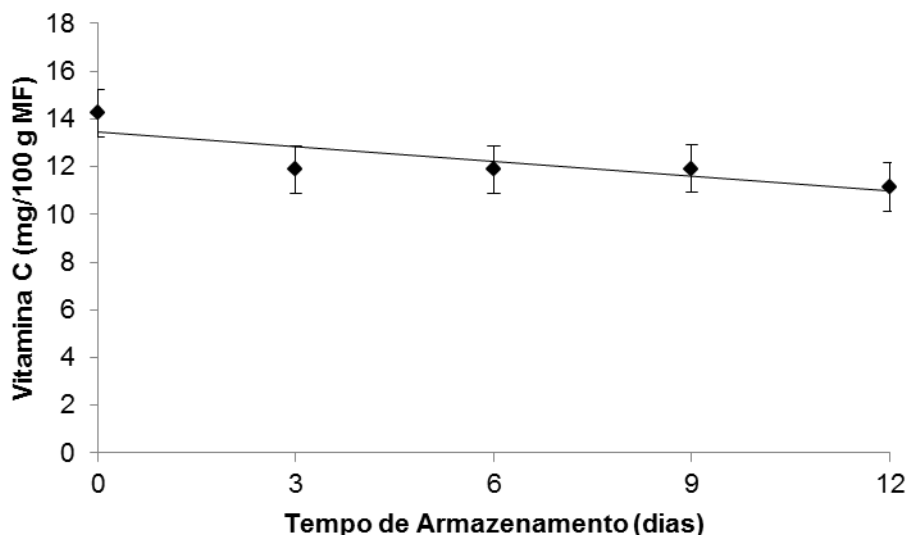
**Figura 5.** Valores médios e desvios padrão para a acidez durante o armazenamento a 5 °C.



**Figura 6.** Valores médios e desvios padrão para o pH durante o armazenamento a 5 °C.

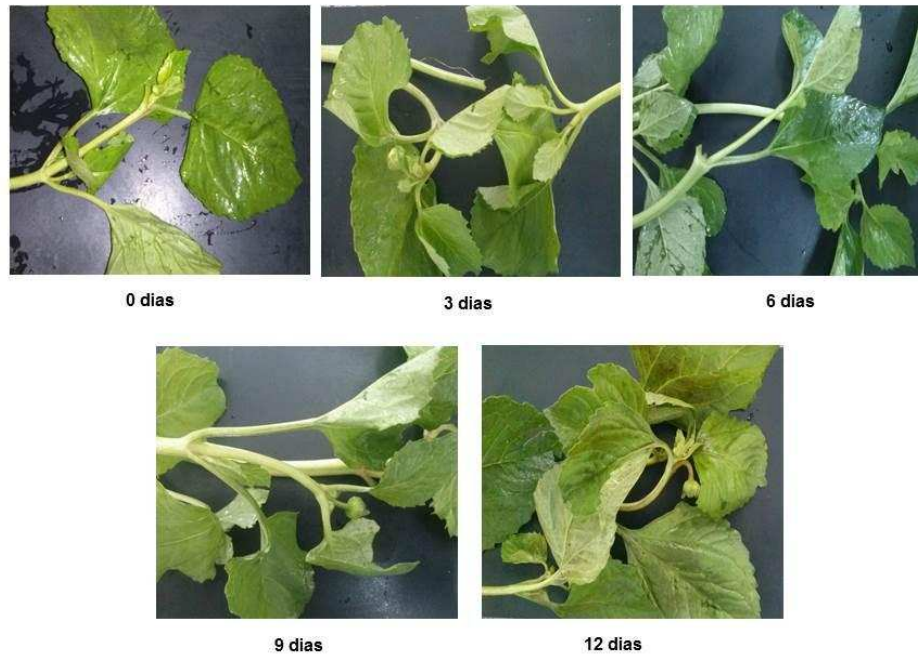
A vitamina C diminuiu de 14 para 11 mg/100 g MF no período de 12 dias de armazenamento, como pode ser visualizado na Figura 7. Embora houve redução de vitamina C, esta foi de 20 %, retendo 80 % ao final do armazenamento. Resultado satisfatório, pois a vitamina C é sensível ao calor,

luz e oxigênio e tem como função a capacidade redutora em várias reações bioquímicas, podendo inclusive reduzir espécies reativas de oxigênio, contribuindo para sua ação antioxidante (VANNUCHI; ROCHA, 2012). Evangelista et al. (2009) obtiveram para couve-chinesa, uma redução de mais de 50 %, sendo o valor de aproximadamente 9 mg/100 mL após o processamento e 2 mg/100 mL após 8 dias de armazenamento a 5 °C.



**Figura 7.** Valores médios e desvios padrão para a vitamina C durante o armazenamento a 5 °C.

A Figura 8 mostra o jambu minimamente processado durante o armazenamento refrigerado. Observa-se que após o processamento (0 dias) e durante o armazenamento, os ramos estavam com coloração verde, intactos e firmes. Sendo que no 0 dias, a hortaliça estava com umidade proveniente do processamento, o que dá o aspecto de brilhoso. Enquanto que no 12º dia, o aspecto foi de pouca umidade e início de manchas escuras nas folhas, e o caule continuava com a firmeza inicial.



**Figura 8.** Jambu minimamente processado durante o armazenamento refrigerado.

Este estudo contribui para informações do jambu minimamente processado, e seu comportamento durante os 12 dias de armazenamento é um resultado bastante satisfatório, que apesar de ser um produto inovador, cultivado em uma região de baixa umidade e pouca chuva, a maioria das variáveis físico-química e seus compostos bioativos não foram alterados durante o armazenamento, sendo mantidos. E mesmo aquelas variáveis que tiveram efeito significativo do tempo, não comprometeram a aparência visual, que encontrava-se em boa condição até o 9 dia de armazenamento.

#### **4.4. CONCLUSÃO**

O dicloroisocianurato de sódio dihidratado na concentração de 200 mg.L<sup>-1</sup> foi mais efetivo na redução microbiana quando comparado aos demais sanitizantes avaliados.

Os resultados da avaliação microbiológica do jambu minimamente processado encontraram-se dentro dos padrões preconizado pela legislação vigente e de pesquisas relacionadas a outras hortaliças, garantindo a segurança do produto.

As variáveis a\*F, b\*F, c\*F, h°F (para folha), L\*C, a\*C, b\*C, c\*C, e h°C (para o caule), sólidos solúveis totais, clorofila a, clorofila b, carotenóides, fenóis e flavonóides não foram influenciados pelo tempo de armazenamento. Enquanto que a acidez, pH, perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha e vitamina C foram significativos com o tempo de armazenamento, com retenção de 80 % da vitamina C.

Dentre as condições do presente estudo existe a possibilidade de produção de jambu minimamente processado e refrigerado durante 9 dias, mantendo sua qualidade microbiológica e nutricional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-AZIZ, A.B.; EL-NATAWAY, S.M.; ADEL-WAHAB, F.K; KADER, A.A. The effect of storage temperature on quality and decay percentage of 'Paiiri' and 'Taimour' mango fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.5, p.65-72, 1976.

ALARCÓN-FLORES, M.I.; ROMERO-GONZÁLEZ, R.; VIDAL, J.L.M.; GONZÁLEZ, F.J.E.; FRENICH, A.G. Monitoring of phytochemicals in fresh and fresh-cut vegetables: a comparison. **Food Chemistry**, v.142, p.392-399, 2014.

ALVES, M.G.; UENO, M. Restaurantes *self-service*: segurança e qualidade sanitária dos alimentos servidos. **Revista de Nutrição**, v.23, n.4, p.573-580, 2010.

ALVES, J.A.; VILAS BOAS, E.V.B.; VILAS BOAS, B.M.; SOUZA, E.C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.30, n.3, 2010.

ANDRADE, N.J.; PINTO, C.L.O.; LIMA, J.C. **Adesão e formação de biofilmes microbianos**. In: ANDRADE, N.J. Higiene na indústria de alimentos: Avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008, p.15-60.

APHA-American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington, D. C.: APHA, 2005.

ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C.; DORNAS, M.F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.30, n.2, p.501-506, 2010.

ARRUDA, M.C.; AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. **Conservação de agrião minimamente processado em função da temperatura de armazenamento**. 2010. Disponível: <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=3056>. Acesso: 04/10/2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Washington, 2002.

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.

BRASIL, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Resolução RDC nº. 12 de 2 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.O.; CAMPOS, R.S.; SOARES, N.F.F.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN, R. Conservação de folhas de couve minimamente processadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p.149-155, 2002.

CATSKY, J. Water content. In. SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlim: Springer – Verlag, 1974. p.121-131.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

CURUTCHET, A.; DELLACASSA, E.; RINGUELET, J.A.; CHAVES, A.R.; VIÑA, S.Z. Nutritional and sensory quality during refrigerated storage of fresh-cut mints (*Mentha X piperita* and *M. spicata*). **Food Chemistry**, n.143, p.231–238, 2014.

DAMASCENO, K.S.F.S.C.; ALVES, M.A.; MENDONÇA, S.C.; GUERRA, N.B.; STAMFORD, T.L.M. Melão minimamente processado: um controle de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.651-658, 2005.

DING, C.K.; CHACHIN, K.; UEDA, Y.; IMAHORI, Y.; WANG, C.Y. Metabolism of phenolic compounds during loquat fruit development. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2883-2888, 2001.

EVANGELISTA, R.M.; VIEITES, R.L.; CASTRO, P.S.; RALL, V.L.M. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p.324-332, 2009.

FANTE, C.A.; VILAS BOAS, A.C.; COSTA, A.C.; SILVA, E.P.; OLIVEIRA, M.C.; LIMA, L.C.O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**. v.43, n.12, p.2142-2147, 2013.

HÖRTENSTEINER, S.; KRÄUTLER, B. Review - Chlorophyll breakdown in higher plants. **Biochimica et Biophysica Acta**. v.1807, p.977-988, 2011.

KOUA, L.; LUOA, Y.; PARKA, E.; TURNERA, E.R.; BARCZAKC, A.; JURICK II, W.M. Temperature abuse timing affects the rate of quality deterioration of commercially packaged ready-to-eat baby spinach. Part I: Sensory analysis and selected quality attributes. **Postharvest Biology and Technology**, v.91, p.96-103, 2014.

LICHTENTHALER, H.K. **Chlorophylls and carotenoids**: pigments of photosynthetic biomembranes. In: *Methods in Enzymology* (eds S.P. Colowick, & N.O. Kaplan), v.48, p.350-382. Academic press, San Diego-New York, 1987.

LÓPEZ-GÁLVEZ, F.; ALLENDE, A.; TRUCHADO, P.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TUDELA, J.A.; SELMA, M.V.; GIL, M.I. Suitability of aqueous chlorine dioxide versus sodium hypochlorite as effective sanitizer for preserving quality of fresh-cut lettuce while avoiding by-product formation. **Postharvest Biology and Technology**, v.55, p.53-60, 2010.

LOPEZ-GALVEZ, F.; RAGAERT, P.; PALERMO, L.A.; ERIKSSON, M.; DEVLIEGHERE, F. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.85, p.102-108, 2013.

LUCERA, A.; COSTA, C.; MASTROMATTEO, M.; CONTE A.; DEL NOBILE, M.A. Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.361-368, 2010.

LUCERA, A.; SIMSEK, F.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M.A. Minimally processed butternut squash shelf life. **Journal of Food Engineering**, v.113, p.322-328, 2012.

MANZOCCO, L.; IGNAT, A.; BARTOLOMEOLI, I.; MAIFRENI, M.; NICOLI, M.C. Water saving in fresh-cut salad washing by pulsed light. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.28, p.47-51, 2015.

MENEZES, E.M.S.; FERNANDES, E.C.; SABAA-SRUR, A.U.O. Folhas de alface lisa (*lactuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada: análises físicas, químicas e físico-químicas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.25, n.1, p.060-062, 2005.

MOREIRA, M.D.R.; ROURA, S.I.; PONCE, A. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. **Food Science and Technology**, v.44, p.2335-2341, 2011.

MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CECON, P.R.; SILVA, D.J.H.; CORRÊA, P.C.; FIRME, L.P.; NEVES, L.L.M. Armazenamento de frutos de quiabo embalados com filme de PVC em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.255-258, 2006.

NUNES, T.P.; MARTINS, C.G.; FARIA, A.F.; BÍSCOLA, V.; SOUZA, K.L.O.; MERCADANTE, A.Z.; CORDENUNSI, B.R.; LANDGRAF, M. Changes in total ascorbic acid and carotenoids in minimally processed irradiated Arugula (*Eruca sativa* Mill) stored under refrigeration. **Radiation Physics and Chemistry**, v.90, p.125-130, 2013.

PERES, J.E.; ARRUDA, M.C.; FILETI, M.S.; FISCHER, I.H.; SIMIONATO, E.M.R.S.; VOLTAN, D.S. **Qualidade de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxague e sanificação**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, p.173-180, 2011.

RINALDI, M.M.; BENEDETTI, B.C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.480-486, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Carotenoids and food preparation**: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Arlington, U.S. Agency for International Development, 1997. 88 p.

ROVERSI, R.M.; MASSON, M.L. Qualidade da alface crespa minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, p.823-830, 2004.

SELLÉS-MARCHART, S.; CASADO-VELA, J.; BRU-MARTÍNEZ, R. Isolation of a latent polyphenol oxidase from loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.): kinetic characterization and comparison with the active form. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.446, p.175-185, 2006.

SHAHIDI, F.; ALASALVAR, C.; LIYANA-PATHIRANA, C.M. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.4, p.1212-1220, 2007.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

SILVEIRA, A.C.; ARANEDA, C.; HINOJOSA, A.; ESCALONA, V.H. Effect of non-conventional modified atmosphere packaging on fresh cut watercress

(Nasturtium officinale R. Br.) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.92, p.114-120, 2014.

SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; SERRAZANETTI, D.I.; TAPPI, S.; ROCCULI, P.; GARDINI, F.; LANCIOTTI, R. Natural antimicrobials to prolong the shelf-life of minimally processed lamb's lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.103, p.35-44, 2015.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's procedures guide**. Version 9.0, Cary: SAS Institute, Inc 2002. 2v.

VANNUCHI, H.; ROCHA, M.M. **Ácido ascórbico (Vitamina C)**. ILSI BRASIL INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE DO BRASIL. Série de Publicações ILSI Brasil, v.21, 2012. 12p.

## 5. CAPÍTULO 3: PERFIL SENSORIAL DESCRITIVO DE JAMBU (*Spilanthes oleracea* Linn.) MINIMAMENTE PROCESSADO E REFRIGERADO.

### RESUMO

O jambu (*Spilanthes oleracea*) é uma hortaliça muito consumida nos pratos típicos da região norte do Brasil, porém para o seu consumo existe todo um preparo que requer tempo e mão de obra. Assim, para solucionar este problema oferecendo conveniência e praticidade seria o processamento mínimo do jambu. Para que este produto tenha êxito é desejável que suas características sensoriais sejam mantidas, uma vez que a aparência é o primeiro contato no momento de aquisição do produto. Esta pesquisa teve o objetivo realizar um perfil sensorial descritivo do jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C por 12 dias. O jambu recém-colhido foi transportado para o laboratório e processado. A avaliação sensorial foi realizada por meio de um perfil descritivo. Uma equipe de 9 julgadores treinados avaliaram o jambu imediatamente após o processamento e após 4, 8 e 12 dias de armazenamento. Dos dez atributos levantados, a cor, firmeza, gosto ácido, gosto salgado, gosto amargo e dormência não tiveram influência significativa ( $p>0,05$ ) do tempo, enquanto que o odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global tiveram efeito significativo ( $p<0,05$ ) do tempo.

### 5.1. INTRODUÇÃO

O jambu (*Spilanthes oleracea* L.) é uma hortaliça típica da região Norte do Brasil, apreciada devido ao “formigamento” e consequente, efeito anestésico na boca. Isto é devido a presença das alquilamidas (DIAS et al., 2012) que são responsáveis pelas bioatividades anti-inflamatórias, anti-sépticas e anestésicos pertencentes a esta variedade.

Com o intuito de aliar praticidade e conveniência no momento de compra desta hortaliça, uma vez que para o seu consumo é necessário todo um preparo que requer tempo e mão de obra, o processamento mínimo é a técnica adequada para tal objetivo. Esta tecnologia é de frutas e hortaliças frescas que

passaram por alterações físicas, mas permanecem no estado fresco e metabolicamente ativo (MORETTI, 2007; CENCI, 2011) e com qualidade apropriada para consumo por períodos prolongados de tempo. O processamento mínimo agrega valor à matéria-prima, embora o preparo requeira cuidados e técnicas que diminuam as alterações fisiológicas e bioquímicas indesejáveis no produto (ALVARENGA; TOLEDO, 2011; KOU et al., 2014).

É importante a qualidade nutricional e microbiológica, sendo a qualidade sensorial o foco principal no momento de aquisição dos minimamente processados. É importante que os atributos de aparência, textura, aroma e sabor sejam mantidos, embora a aparência limita a vida de prateleira (GASTÓN ARES, ANA GIMÉNEZ, ADRIANA GÁMBARO, 2008).

Para avaliar as características sensoriais do jambu minimamente processado é necessária a utilização de técnicas de sensorial. Uma delas é a análise descritiva que realiza um levantamento do perfil sensorial de um produto por meio de um grupo de julgadores treinados. De acordo com Stone e Sidel (2004), a análise descritiva fornece qualitativa e quantitativamente a descrição dos atributos sensoriais dos produtos. É uma descrição de todas as sensações percebidas (visual, auditiva, olfativa e gustativa), quando um produto é avaliado. Os resultados fornecem descrições sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura dos produtos, suas semelhanças e diferenças, permitindo um tratamento estatístico dos dados (RICHTER et al., 2010).

O perfil descritivo pode ser utilizado também, para a estimativa de vida útil sensorial, que é determinado na maioria dos produtos alimentícios por mudanças em suas características sensoriais (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012). Esta técnica é realizada em seis etapas: i) recrutamento dos candidatos, ii) pré-seleção dos candidatos, iii) desenvolvimento da terminologia descritiva, iv) treinamento e seleção dos julgadores, v) avaliação das amostras, vi) análise estatística dos dados (STONE; SIDEL, 2004).

Com base no que foi exposto, pesquisas são desenvolvidas com o intuito de promover melhores condições de processamento e armazenamento, garantindo a qualidade microbiológica, nutricional e sensorial de hortaliças

cortadas (ARRUDA et al., 2010; LUCERA et al., 2010; MOREIRA et al., 2011; PERES et al., 2011; LUCERA et al., 2012; LOPEZ-GALVEZ et al., 2013, NUNES et al., 2013; KOU et al., 2014; SILVEIRA et al., 2014; MANZOCCO et al., 2015; SIROLI et al., 2015). Porém, nestas pesquisas pouco se utiliza do perfil descritivo de hortaliças. Assim, nesta pesquisa teve como objetivo realizar um perfil descritivo de jambu minimamente processado durante o armazenamento a 5 °C, devido a escassez de estudo sensorial sobre esta matéria-prima e este produto, contribuindo para a literatura e pesquisas futuras.

## **5.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### 5.2.1. Delineamento Experimental

O experimento do processamento mínimo de jambu foi conduzido utilizando quatro dias de armazenamento (0, 4, 8, 12), com 3 repetições.

### 5.2.2. Processamento mínimo de jambu

O jambu foi cultivado na horta da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, no período de março de 2014 a junho de 2014. O jambu foi colhido e colocado em caixa térmica com gelo e levado imediatamente para a Unidade de Processamento Mínimo, na UFV.

Inicialmente a planta inteira do jambu foi lavada com água corrente para retirada de resíduos de terra, esterco e de outros materiais. A seleção foi realizada eliminando as folhas rasgadas, amassadas, escurecidas nas extremidades e as inflorescências mais desenvolvidas. Em seguida, cortou-se com auxílio de faca de aço inoxidável, um terço da raiz, de forma a permanecerem os ramos de jambu, contendo caule, folhas e possíveis inflorescências fechadas. Posteriormente, o jambu foi imerso rapidamente em água potável em torno de 5 °C, para a retirada do suco celular.

Na sequência, o jambu foi sanitizado em imersão com solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado, na concentração de 200 mg/L de cloro ativo, durante 15 min. Em seguida, foi enxaguado com a mesma solução sanitizante, na concentração de 5 mg/L durante 5 min. Após, a etapa de

drenagem foi realizada em caixa branca de polietileno de alta densidade perfurada, durante 10 min, com leves movimentos a cada 3 min, para facilitar a retirada do excesso de água. Posteriormente foram pesadas em torno de 80 g de jambu em embalagem de polietileno 21,5 cm x 17 cm e seladas em seladora de pedal (R. BAIÃO). O jambu minimamente processado foi armazenado em expositor refrigerado vertical (METALFRIO) à 5 °C e com 95 ± 5 % de umidade relativa, durante 12 dias.

### 5.2.3. Análise sensorial descritiva de jambu minimamente processado

Para realizar a avaliação sensorial, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, conforme o número do parecer 480.411 de 03/12/2013.

A análise sensorial descritiva do jambu minimamente processado foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. O jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C foi submetido à análise descritiva, tendo como base o método descrito de Stone et al. (1974).

#### 5.2.3.1 Recrutamento de julgadores

Foram recrutados 15 estudantes da Universidade Federal de Viçosa, por meio de um questionário (adaptado de DELLA LUCIA, 1999), contendo identificação, questões em relação a disponibilidade de tempo para participar do treinamento, consumo de hortaliça *in natura* e processada minimamente, se possuíam alguma doença ou impedimento como alergias ao tipo de produto a ser avaliado. Foram considerados aptos para participar da pré-seleção, os candidatos que com base no interesse, disponibilidade de tempo, consumo de hortaliças minimamente processadas e habilidade para utilizar escalas.

#### 5.2.3.2. Pré-seleção de julgadores

Os quinze candidatos recrutados foram avaliados quanto à habilidade natural em discriminar diferenças entre as amostras de solução de sacarose (1 - 2 %) (CHAVES; SPROESSER, 2005). Em cada sessão, os julgadores receberam três amostras codificadas, com três dígitos aleatórios, sendo duas

amostras iguais e uma diferente. Foi solicitado aos candidatos que marcassem na ficha de avaliação qual amostra era a diferente. Realizaram 4 repetições por julgador, em cabines individuais, sob condições laboratoriais. Aqueles candidatos que tiverem no mínimo 75% de acerto foram considerados aptos para a etapa de treinamento.

#### **5.2.3.3. Levantamento dos termos descritores e material de referência**

Esta etapa foi baseada em Moskowitz (1983), em que cada julgador descreveu individualmente os termos relacionados às suas percepções em relação aos atributos (aparência, sabor, textura e odor) de jambu minimamente processado. Estes termos foram levantados em duas sessões, com as amostras de jambu minimamente processado no tempo 0 (após o processamento) e aos 12 dias de armazenamento a 5 °C.

Cada julgador recebeu nas cabines, uma embalagem contendo 80 g de jambu de cada tempo (0 e 12 dias), biscoito cream craker para reduzir a dormência causada pelo jambu, um copo com água para limpeza do palato, lápis e papel para a descrição dos termos. Em seguida realizou-se uma discussão com o grupo de julgadores, sob a supervisão de um líder, com o objetivo de reunir os termos semelhantes, suas definições e decidir as amostras referências. Estas amostras referências foram utilizadas para indicar os extremos das escalas.

#### **5.2.3.4. Treinamento dos julgadores**

O treinamento dos julgadores teve o objetivo à familiarização e memorização dos termos descritivos de aparência, sabor, textura e odor e as referências que representam os extremos das escalas. O treinamento foi realizado com materiais de referência dos termos descritivos (Tabela 1). Durante este período foram enfatizadas as fases de avaliação para o atributo textura e as técnicas empregadas para a percepção da aparência, sabor e odor do produto avaliado.

**Tabela 1.** Termos descritivos, suas definições e materiais de referência empregados na avaliação sensorial descritiva do jambu minimamente processado.

<b>Atributo</b>	<b>Definição</b>	<b>Materiais de Referências</b>
Odor	Odor de folhosa fresca.	0 cm: Jambu fresco 15 cm: Jambu minimamente processado, armazenado sob refrigeração à 5 °C durante 20 dias.
Cor	Intensidade da cor verde variando de verde claro à verde escuro.	0 cm: 25 mL de suco de agrião à 10 % + 75 mL de água. 7,5 cm: 75 mL de suco de agrião a 10% + 75 mL de água 15 cm: suco de agrião à 20%.
Escurecimento	Presença de manchas marrons, parcial ou total, nas folhas.	0 cm: Jambu fresco 15 cm: Jambu minimamente processado, armazenado sob refrigeração à 5 °C durante 20 dias.
Umidade Superficial	Presença de água na superfície das folhas e talos.	0 cm: Agrião fresco 15 cm: Jambu fresco imerso em água durante 1 minuto.
Firmeza	Intensidade de força aplicada pelos dentes no alimento na primeira mordida (folha e caule).	0 cm: Agrião fresco. 15 cm: Couve fresca.
Gosto Salgado	Gosto salgado associado à presença de sais percebido durante a mastigação.	0 cm: Água. 8,5 cm: 0,5 % de solução de cloreto de sódio (m/v). 15 cm: 0,7 % de solução de cloreto de sódio (m/v).
Gosto Ácido	Gosto ácido associado à presença de ácidos percebido durante a mastigação.	0 cm: Água. 2 cm: 0,05% de solução de ácido cítrico (m/v). 10 cm: 0,15 % de solução de ácido cítrico (m/v). 15 cm: 0,20 % de solução de ácido cítrico (m/v).
Gosto Amargo	Gosto amargo associado à presença de quinina durante a mastigação.	0 cm: Água. 5 cm: 0,08% de solução de quinina (m/v). 15 cm: 0,20% de solução de quinina (m/v).
Dormência	Perda parcial da sensibilidade da boca sentida durante a mastigação e após a deglutição do alimento.	0 cm: Agrião fresco. 15 cm: Inflorescência do jambu fresco.
Aparência Global	Soma dos termos que contribuirão na determinação do grau de aceitação do produto.	0 cm: Jambu minimamente processado, armazenado sob refrigeração à 5 °C por mais de 12 dias. 15 cm: Jambu fresco.

Obs. As soluções de cloreto de sódio, ácido cítrico e quinina foram baseadas em Chaves e Sproesser (2005).

Após as definições dos termos, foi elaborada a ficha de avaliação contendo os descritores, utilizando uma escala linear não estruturada de 15 cm, ancorada nas extremidades com termos que indicam a intensidade (mínima e máxima) de cada descritor avaliado, obtidos por consenso (Figura 1).

NOME: _____	Data: _____
Código da amostra: _____	
<b>ODOR</b>	
Fresco	Deteriorado
<b>COR</b>	
Verde claro	Verde escuro
<b>ESCURECIMENTO</b>	
Ausente	Forte
<b>UMIDADE SUPERFICIAL</b>	
Ausente	Muita
<b>FIRMEZA</b>	
Leve	Forte
<b>GOSTO ÁCIDO</b>	
Ausente	Forte
<b>GOSTO SALGADO</b>	
Ausente	Forte
<b>GOSTO AMARGO</b>	
Ausente	Forte
<b>DORMÊNCIA</b>	
Ausente	Forte
<b>APARÊNCIA GLOBAL</b>	
Ruim	Excelente

**Figura 1.** Ficha empregada na avaliação sensorial de jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C.

### **5.2.3.5. Seleção dos julgadores**

A seleção dos julgadores foi realizada simulando uma análise descritiva do jambu minimamente processado no tempo 0 e após 12 dias de armazenamento à 5 °C, em três repetições, totalizando 6 amostras por julgador. As análises foram realizadas em cabines individuais, em que cada julgador recebeu duas amostras (tempo 0 e 12 dias), cada uma embalada com 80 g de jambu minimamente processado, apresentadas em ordem aleatorizada e devidamente codificadas, com três dígitos aleatórios. Juntamente com as amostras foi fornecido biscoito cream craker, um copo com água, lápis e a ficha de avaliação definitiva.

Com auxílio de uma régua, obteve-se o escore como a distância da extremidade esquerda da escala até a marca vertical assinalada por cada julgador, para cada atributo. Os resultados foram submetidos à ANOVA de dois fatores (repetição e amostra) para cada julgador por atributo, de acordo com Stone et al. (1974). Foram selecionados, os julgadores que apresentaram probabilidade  $F_{amostra} \leq 0,50$  e  $F_{repetição} \geq 0,05$ , em todos os atributos.

### **5.2.3.6 Avaliação sensorial descritiva do jambu minimamente processado e armazenado sob refrigeração**

A avaliação sensorial descritiva do jambu minimamente processado e armazenado à 5 °C foi realizada após 0, 4, 8 e 12 dias, com três repetições.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com 3 repetições, sendo apresentadas 4 amostras por dia, sendo uma em cada sessão, e os julgadores representados pelos blocos. As análises foram realizadas com intervalos regulares ao dia para impedir fadiga sensorial. Para avaliação, as amostras foram servidas conforme descrito na seleção dos julgadores (item 5.2.2.5) e seus escores obtidos pela medição com uma régua.

### **5.2.4. Análise Estatística**

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) com três fontes de variação: tempo, julgador e interação tempo\*julgador. Para os atributos em que a interação tempo\*julgador foi significativa a 5 % de probabilidade, verificou-se a magnitude dessas interações plotando gráficos de intensidade dos atributos

pelo tempo de armazenamento por julgador, e aqueles julgadores que apresentaram interação grave foram retirados da análise para o respectivo atributo.

Para os atributos sensoriais que apresentaram diferença significativa a 5 % de probabilidade foram ajustados equações de regressão sobre os escores obtidos em cada atributo. Foram testados modelos de equação linear e quadrático para cada atributo sensorial em função do tempo de armazenamento.

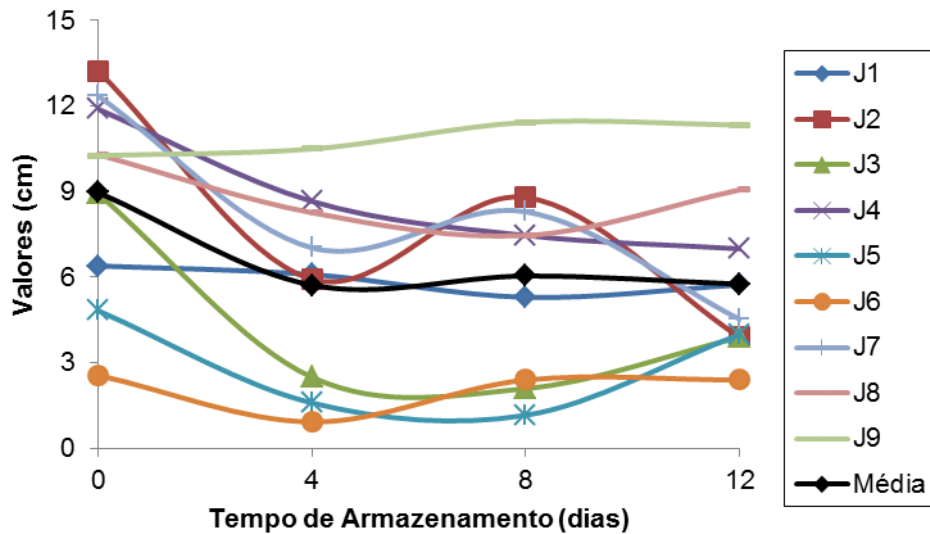
As análises estatísticas foram realizadas utilizando procedimentos do STAT/SAS do software Statistical Analysis System, Versão 9.3, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

### **5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o treinamento participaram 11 julgadores, sendo que dois deixaram o grupo por motivo pessoal ou de doença, obtendo-se uma equipe de 9 julgadores. Estes julgadores foram selecionados, obtendo poder de discriminação das amostras ( $F_{amostra} \leq 0,50$ ) e de repetibilidade entre os julgadores ( $F_{repetição} \geq 0,05$ ) para todos os atributos.

A equipe levantou dez atributos na avaliação descritiva do jambu minimamente processado, sendo que para a umidade superficial houve interação tempo\*julgador significativa ( $p \leq 0,05$ ). Segundo Stone e Sidel (2004), quando existe interação significativa, indica que há diferenças no modo como os julgadores interpretam ou medem o atributo. Existem dois tipos possíveis de interação de interesse particular em termos de desempenho da equipe e poder de discriminação entre as amostras avaliadas: quando um julgador inverte a ordem de intensidade do atributo em relação aos demais julgadores e quando há diferença na magnitude da intensidade percebida, sendo o segundo tipo considerado menos grave que o primeiro.

Assim, para corrigir esta interação foi construído o gráfico da intensidade da umidade superficial em função do tempo de armazenamento (Figura 2). Foram retiradas as notas do julgador (J9) em todos os tempos e apenas as notas do tempo 12 para o julgador (J8) para este atributo.



**Figura 2.** Intensidade do atributo sensorial umidade superficial para cada julgador no perfil descritivo sensorial de jambu minimamente processado e refrigerado.

A ANOVA foi novamente calculada e a interação tempo\*julgador, para todos os atributos avaliados foi não significativa ( $p > 0,05$ ) como mostra a Tabela 2. Para os atributos cor, firmeza, gosto ácido, gosto salgado, gosto amargo e dormência, o efeito do tempo de armazenamento não foi significativo ( $p > 0,05$ ).

Para a cor este resultado é positivo, uma vez que a aparência, incluindo a cor é um fator de escolha no momento da compra. E o fato deste atributo não ter sido influenciado pelo tempo ( $p = 0,0829$ ), indica que a embalagem utilizada e a temperatura de armazenamento, contribuíram para manter essa característica sensorial, além do cuidado desde a colheita da matéria prima até o produto final. No capítulo 2, a coordenada  $a^*$  para a folha e para o caule foram negativas, o que corresponde à região verde do diagrama de cor, e ao final do armazenamento, o jambu ficou com a cor verde mais intensa, o que o torna mais atrativo do ponto de vista comercial.

**Tabela 2.** Resumo da ANOVA da avaliação sensorial de jambu minimamente processado e refrigerado.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	Versus resíduo	Versus interação
				Prob.	Prob.
Odor	T	3	77,79	<0,0001*	<0,0001*
	J	8	17,78		
	T*J	24	4,66	0,4390 <sup>ns</sup>	
	Res	72	4,51		
Cor	T	3	14,58	0,0021*	0,0829 <sup>ns</sup>
	J	8	49,56		
	T*J	24	5,81	0,0067*	
	Res	72	2,69		
Escurecimento	T	3	92,78	<0,0001*	<0,0001*
	J	8	20,60		
	T*J	24	3,45	0,4378 <sup>ns</sup>	
	Res	72	3,33		
Umidade Superficial	T	3	88,51	<0,0001*	0,0002*
	J	8	83,68		
	T*J	24	8,00	0,0796 <sup>ns</sup>	
	Res	72	4,98		
Firmeza	T	3	11,13	0,0303*	0,0871 <sup>ns</sup>
	J	8	50,42		
	T*J	24	4,52	0,2113 <sup>ns</sup>	
	Res	72	3,53		
Gosto Ácido	T	3	1,75	0,0187*	0,0574 <sup>ns</sup>
	J	8	29,38		
	T*J	24	0,61	0,2434 <sup>ns</sup>	
	Res	72	0,49		
Gosto Salgado	T	3	1,03	0,5984 <sup>ns</sup>	0,7771 <sup>ns</sup>
	J	8	32,61		
	T*J	24	2,80	0,0421*	
	Res	72	1,63		
Gosto Amargo	T	3	4,56	0,3820 <sup>ns</sup>	0,2513 <sup>ns</sup>
	J	8	89,34		
	T*J	24	3,13	0,8242 <sup>ns</sup>	
	Res	72	4,40		
Dormência	T	3	9,35	0,1452 <sup>ns</sup>	0,0570 <sup>ns</sup>
	J	8	27,56		
	T*J	24	3,25	0,8862 <sup>ns</sup>	
	Res	72	5,04		
Aparência Global	T	3	105,83	<0,0001*	<0,0001*
	J	8	17,05		
	T*J	24	5,57	0,7465 <sup>ns</sup>	
	Res	72	7,13		

T = Tempo de armazenamento; Res = Resíduo.

\* Significativo à 5 % de probabilidade; ns = não significativo à 5 % de probabilidade.

Para os vegetais minimamente processados é imprescindível o cuidado com a temperatura de processamento, armazenamento e distribuição. A temperatura é o maior fator no controle da respiração e transpiração dos vegetais, contribuindo para o controle na deterioração microbiana, na velocidade de reação dos processos metabólicos, no tempo de armazenamento e nos distúrbios fisiológicos dos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O atributo firmeza não foi influenciado pelo tempo de armazenamento ( $p = 0,0871$ ). Embora tenha ocorrido perda de massa (Capítulo 2), esta perda foi de 0,40 % no 12º dia, o que contribuiu para que não tivesse alteração na firmeza do jambu. A perda de água pode ocorrer devido à utilização de uma embalagem não bem selada, ou de uma temperatura de armazenamento maior que 10 °C e uma umidade relativa do ambiente de armazenamento inferior a 90 %. Segundo Brecht et al. (2007), mudanças na textura de hortaliças podem ser oriundas do processo de senescência ou da perda de líquido. Caso seja proveniente da perda de líquido, este pode ser causado pela perda de suco celular, resultando em tecidos amolecidos e flácidos.

Os atributos gosto ácido, salgado e amargo não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) do tempo. Durante o treinamento, os julgadores tiveram dificuldade de reconhecimento de um gosto predominante como ácido, salgado ou amargo, e relataram que o jambu é uma mistura desses gostos juntamente com a dormência. É possível que a dificuldade em distinguir um determinado gosto, seja devido à dormência que ao se manifestar, torna-se predominante, dificultando a percepção dos demais. Além disso, foi observado no Capítulo 2, que a acidez expressa em ácido oxálico, diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento. Porém, o fato do ácido oxálico ser o predominante no jambu (Capítulo 1), pode contribuir para que o gosto ácido seja o mais expressivo entre os demais.

A sensação de dormência mostrou-se como um atributo pronunciado dentre os avaliados, e o efeito do tempo não foi significativo ( $p = 0,0570$ ). A dormência é intensificada pela quantidade de jambu consumido e pela presença de inflorescência na planta. Embora em todas as partes do jambu (caule, folha e inflorescência) tenha espilantol, o que contribui para esta

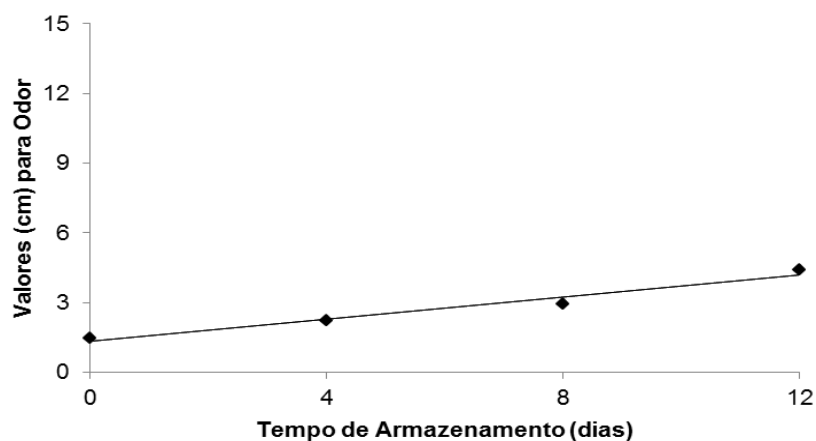
sensação, na inflorescência é mais pronunciada. Observou-se que dependendo da quantidade ingerida de jambu, em torno de 10 a 15 min a dormência pode cessar.

Para os atributos odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global foram significativos ( $p < 0,05$ ) com o tempo. Então, realizada a análise de regressão, testando os modelos linear e quadrático, sendo considerado aquele que teve a falta de ajuste não significativa, e coeficiente de regressão significativo para cada atributo. A Tabela 3 tem-se o resumo da análise de regressão para os atributos avaliados.

**Tabela 3.** Equações de regressão para os atributos odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global em função do tempo de armazenamento (X) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e níveis de probabilidade (F) da regressão para o jambu minimamente processado.

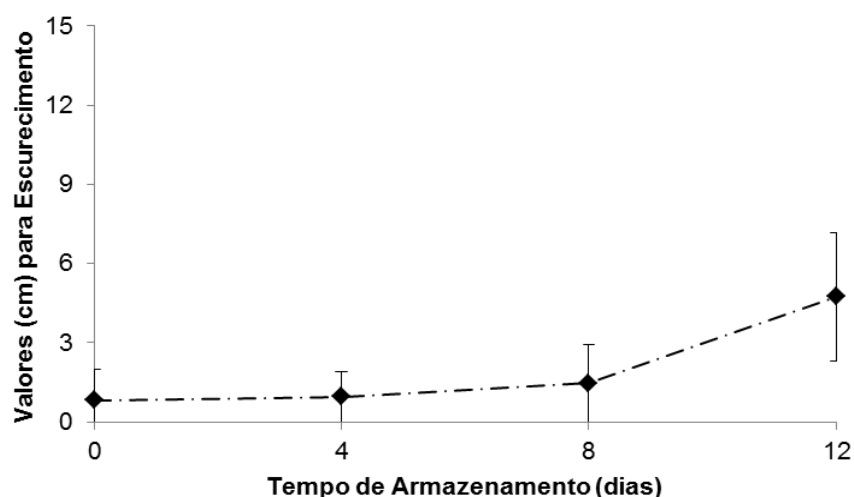
Atributo	Equação de Regressão	$R^2$	Prob (F)
Odor	$0,304 X + 1,021$	0,8604	<0,0001
Escurecimento	$Y = 2,000 \pm 1,85$	-	<0,0001
Umidade Superficial	$-0,322 X + 7,874$	0,7086	<0,0001
Aparência Global	$-0,030 X^2 + 13,120$	0,9403	<0,0001

Os atributos odor, umidade, dormência e aparência global apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do tempo em um comportamento linear, ou seja, com o aumento do tempo de armazenamento, houve aumento ou diminuição dessas características sensoriais. O atributo odor aumentou significativamente ( $p < 0,0001$ ) com o armazenamento (Figura 3), indicando perda de odor de jambu fresco. Segundo Porte e Maia (2001), o mau odor em hortaliças é consequência da peroxidação enzimática de ácidos graxos insaturados, catalisada por lipoxidases, que produzem aldeídos e cetonas, resultante da quebra de hidroperóxidos. Em um estudo, Tudela et al. (2013) observaram que a combinação de  $O_2$  moderado com  $CO_2$  contribuiu no controle do desenvolvimento de odores em espinafre, porém reduziu o prazo de validade de 12 para 7 dias, a  $7^\circ C$ , devido acelerar a senescência e a morte celular, observada pelo acúmulo de amônio, estresse oxidativo e degradação da clorofila.



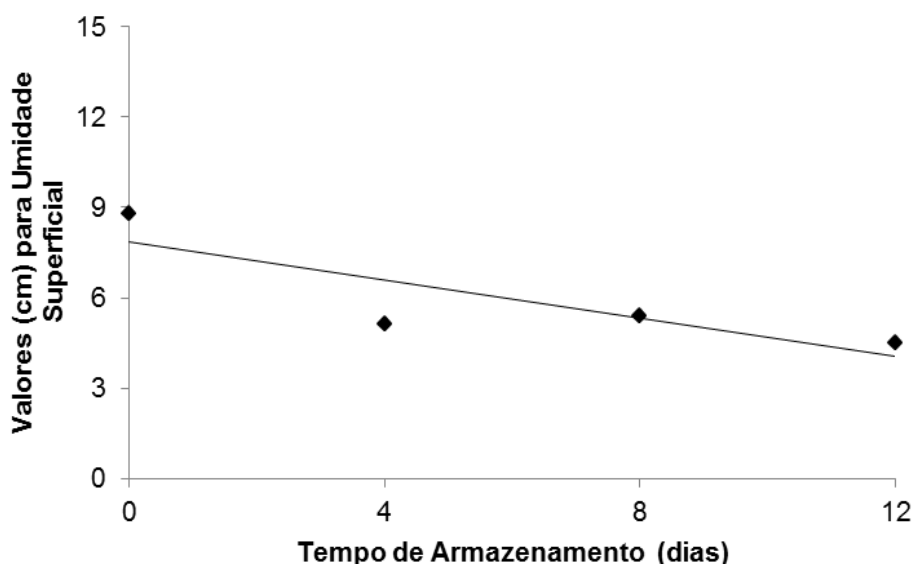
**Figura 3.** Comportamento das notas de odor para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C.

Para o escurecimento houve variação significativa ( $p < 0,0001$ ), porém não foi possível o ajuste dos modelos linear e quadrático, sendo plotado um gráfico com as médias e desvios padrão (Figura 4). Observa-se uma tendência no aumento do escurecimento, sendo mais pronunciado no dia 8 para 12 dias de armazenamento. Ares, Giménez e Gámbaro (2008) avaliaram a presença de manchas escuras nas folhas e escurecimento na nervura central em alface minimamente processada. O tempo de armazenamento (50 dias) foi significativo ( $p < 0,001$ ) a 5 °C, 10 °C e 15 °C, sendo a 5 °C a mais indicada para manter a qualidade sensorial da alface.



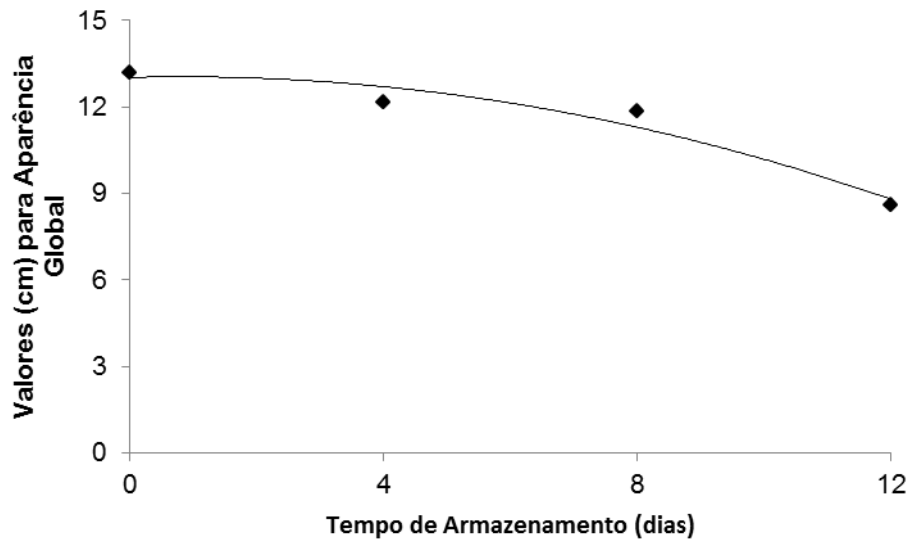
**Figura 4.** Comportamento das notas de escurecimento para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C.

Para o atributo umidade superficial, a falta de ajuste significativa e mesmo assim considerou este atributo devido o baixo valor do quadrado médio. Verificou-se efeito significativo do tempo ( $p < 0,0001$ ). A umidade superficial está relacionada com a presença de gotículas de água no interior da embalagem. Porém, a umidade reduziu durante o armazenamento (Figura 5), como foi observado através da perda de massa (Capítulo 2). Cenci (2011) explica que a etapa de drenagem ou centrifugação, tem o objetivo de eliminar o excesso de água acumulado durante as etapas de lavagem, sanitização e enxágue. Porém, deve-se ter o cuidado para que a retirada de água em excesso não cause ressecamento do vegetal e consequentemente perda da coloração natural, rompimento dos tecidos, acelerando a deterioração e diminuindo a vida útil do produto.



**Figura 5.** Comportamento das notas de umidade superficial para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C.

O atributo aparência foi inserido na lista de avaliação a pedido dos julgadores com o objetivo da análise ser mais conclusiva. A aparência variou significativamente ( $p < 0,0001$ ), diminuindo consideravelmente no 12º dia (Figura 6). Observa-se que a redução foi mais pronunciada a partir do 8º dia armazenamento refrigerado.



**Figura 6.** Comportamento das notas de aparência global para o jambu minimamente processado e armazenado a 5 °C.

Em uma análise geral, considerando a qualidade microbiológica, físico-química, quantificação dos compostos bioativos e a sensorial, a maioria das variáveis avaliadas não tiveram efeito do tempo de armazenamento. Porém, o critério utilizado para estimar a vida de prateleira do jambu minimamente processado foi à aparência global, pois não adianta o produto ter qualidade microbiológica, físico-química, preservar os compostos bioativos, se a aparência estiver comprometida. De acordo com os resultados obtidos conclui-se que até o 8º dia de armazenamento, o jambu estava apto para o consumo.

O perfil sensorial descritivo foi um passo inicial no estudo do jambu minimamente processado, pois não se encontram na literatura estudos sensoriais com o jambu. Porém, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas considerando a otimização do processamento mínimo de jambu para manutenção dos atributos sensoriais e aumento de vida de prateleira e verificar a aceitação deste produto inovador.

## 5.4. CONCLUSÃO

Os atributos cor, firmeza, gosto ácido, gosto salgado, gosto amargo e dormência não foram afetados pelo armazenamento, mantendo as características do jambu *in natura*.

A dificuldade em reconhecer os gostos durante a etapa de treinamento, devido à peculiaridade do jambu, necessitaria de um período mais prolongado de treinamento, ou talvez a não avaliação destes termos.

O odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global foram os que tiveram efeito do tempo de armazenamento, sendo que a aparência reduziu consideravelmente do 8º para 12º dia.

A aparência global permitiu estimar em 8 dias a vida de prateleira do jambu minimamente processado e refrigerado a 5 °C, com condições de consumo deste produto inovador.

O perfil descritivo contribuiu para um passo inicial de informações no processamento mínimo de jambu, uma vez que na literatura não existem pesquisas de análise sensorial com jambu.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A.L.B.; TOLEDO, J.C. Qualidade e segurança dos vegetais minimamente processados. In: CENCI, S.A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2011. 144p.

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Sensory shelf life estimation of minimally processed lettuce considering two stages of consumers' decision-making process. **Appetite**, v.50, p.529-535, 2008.

ARRUDA, M.C.; AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. **Conservação de agrião minimamente processado em função da temperatura de armazenamento**. 2010. Disponível: <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=3056>. Acesso: 04/10/2011.

BRECHT, J.K.; SALTVEIT, M.E.; TALCOTT, S.T.; MORETTI, C.L. Alterações metabólicas. In: MORETTI, C.L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

CENCI, S.A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Embrapa Agroindústria de Alimentos: Rio de Janeiro. 2011. 144p.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Imprensa Universitária - UFV, 1<sup>a</sup>. Reimpressão, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785p.

DELLA LÚCIA, F. **Avaliação físico-química e sensorial de leite U.A.T. (ultra alta temperatura) produzido no Brasil e na Argentina**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999. 72p.

DIAS, A.M.A., SANTOS, P.; SEABRA, I.J. JUNIOR, R.N.C.; BRAGA, M.E.M.; SOUSA, H.C. Spilanthol from *Spilanthes acmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p.62–70, 2012.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International**, v.49, p.311-325, 2012.

KOUA, L.; LUOA, Y.; PARKA, E.; TURNER, E.R.; BARCZAK, A.; JURICK II, W.M. Temperature abuse timing affects the rate of quality deterioration of commercially packaged ready-to-eat baby spinach. Part I: Sensory analysis and selected quality attributes. **Postharvest Biology and Technology**, v.91, p.96-103, 2014.

LOPEZ-GALVEZ, F.; RAGAERT, P.; PALERMO, L.A.; ERIKSSON, M.; DEVLIEGHERE, F. Effect of new sanitizing formulations on quality of fresh-cut iceberg lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.85, p.102-108, 2013.

LUCERA, A.; COSTA, C.; MASTROMATTEO, M.; CONTE A.; DEL NOBILE, M.A. Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.361-368, 2010.

MANZOCCO, L.; IGNATI, A.; BARTOLOMEOLI, I.; MAIFRENI, M.; NICOLI, M.C. Water saving in fresh-cut salad washing by pulsed light. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.28, p.47-51, 2015.

MOREIRA, M.D.R.; ROURA, S.I.; PONCE, A. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. **Food Science and Technology**, v.44, p.2335-2341, 2011.

MORETTI, C.L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of food: Marketing and R & D approaches**. Connecticut: Food & Nutrition Press, 1983. 605p.

NUNES, T.P.; MARTINS, C.G.; FARIA, A.F.; BÍSCOLA, V.; SOUZA, K.L.O.; MERCADANTE, A.Z.; CORDENUNSI, B.R.; LANDGRAF, M. Changes in total ascorbic acid and carotenoids in minimally processed irradiated Arugula (*Eruca sativa* Mill) stored under refrigeration. **Radiation Physics and Chemistry**, v.90, p.125-130, 2013.

PERES, J.E.; ARRUDA, M.C.; FILETI, M.S.; FISCHER, I.H.; SIMIONATO, E.M.R.S.; VOLTAN, D.S. Qualidade de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxague e sanificação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.173-180, 2011.

PORTE, A., MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **B.CEPPA**, v.19, n.1, p.105-118, 2001.

RICHTER, V.B.; ALMEIDA, T.C.A.; PRUDENCIO, S.H.; BENASSI, M.T. Proposing a ranking descriptive sensory method. **Food Quality and Preference**, v.21, p.611-620, 2010.

SILVEIRA, A.C.; ARANEDA, C.; HINOJOSA, A.; ESCALONA, V.H. Effect of non-conventional modified atmosphere packaging on fresh cut watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.92, p.114-120, 2014.

SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; SERRAZANETTI, D.I.; TAPPI, S.; ROCCULI, P.; GARDINI, F.; LANCIOTTI, R. Natural antimicrobials to prolong the shelf-life of minimally processed lamb's lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v.103, p.35-44, 2015.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's procedures guide**. Version 9.0, Cary: SAS Institute, Inc 2002. 2v.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by qualitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28, p.24–32, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3th Ed.London: Academic Press. 2004. 377p.

TUDELA, J.A.; MARÍN, A.; GARRIDO, Y.; CANTWELL, M.; MEDINA-MARTÍNEZ, M.S.; GIL, M.I. Off-odour development in modified atmosphere packaged baby spinach is an unresolved problem. **Postharvest Biology and Technology**, v.75, p.75-85, 2013.

## 6. CONCLUSÃO GERAL

O jambu apresentou vitamina C, fenóis e flavonóides, como os componentes mais expressivos entre os quantificados. E o ácido orgânico predominante o oxálico.

Na avaliação dos sanitizantes, o dicloroisocianurato de sódio dihidratado na concentração de 200 mg.L<sup>-1</sup> foi o mais promissor na redução microbiana e o escolhido mediante esta condição para o processamento.

As coordenadas da cor instrumental, a\* e b\*, o croma (c\*), o ângulo hue para a folha e caule, o teor de clorofila, carotenóides, fenóis e flavonóides não foram alterados com o tempo, considerando aspecto positivo, por manter essas variáveis no jambu.

A perda de massa, teor relativo de água, luminosidade da folha, acidez, pH e vitamina C tiveram efeito do tempo de armazenamento, com retenção de 80 % de vitamina C no jambu.

Os atributos o odor, escurecimento, umidade superficial e aparência global tiveram efeito do tempo, sendo que a aparência reduziu consideravelmente do 8º para 12º dia.

O perfil descritivo contribuiu para um passo inicial de informações no processamento mínimo de jambu, uma vez que na literatura não existem pesquisas de análise sensorial com jambu.

Assim, dentre as condições de estudo, as características microbiológicas, físico-químicas, os compostos bioativos e a sensorial permitiram estimar em 8 dias a vida de prateleira de jambu minimamente processado e refrigerado, podendo este produto ser produzido dentre as condições estudadas.