

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS
ALIMENTOS

LUCAS BERTOLDI WATANABE

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PASTA DE
BROTO DE BAMBU (*Dendrocalamus asper*)**

Florianópolis
2016

Lucas Bertoldi Watanabe

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PASTA DE
BROTO DE BAMBU (*Dendrocalamus asper*)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Edna Regina Amante

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor

Maiores informações em:

<http://portalbu.ufsc.br/ficha>

Lucas Bertoldi Watanabe

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PASTA DE
BROTO DE BAMBU (*Dendrocalamus asper*)**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Ciência, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

Florianópolis, 07 de março de 2016.

Prof.^a Roseane Fett, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Edna Regina Amante, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina - CAL

Prof.^a Deise Helena Baggio Ribeiro, Dr.^a
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina - CAL

Prof.^a Carmen Maria Oliveira Muller, Dr.^a
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina - CAL

Prof.^a Rosete Pescador, Dr.^a
Membro Externo
Universidade Federal de Santa Catarina - FIT

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram e apoiaram de alguma forma na execução desta dissertação. Tenham certeza que estarão eternamente no meu coração.

Aos meus pais, Nara e Flávio Watanabe, por terem possibilitado e incentivado meu estudo contínuo e minha irmã Luiza, por todo amor.

Ao Luiz Fernando Zago, por estar ao meu lado durante mais uma fase importante da vida, longe ou perto, seu apoio nunca falhou!

A Professora Dr. Edna Regina Amante, que mais uma vez me acolheu e orientou nesta etapa do aprendizado, pelo carinho, compreensão e paciência sempre!

A amiga Carol Aquino, que sempre esteve ao meu lado nos anos de pesquisa, pela amizade, confiança, conselhos e carinho!

As amigas de curso, que ainda me acompanharam nesta etapa, Carolinne, Isabela, Júlia e Maria Helena, pela amizade e conversas.

Aos queridos colegas do laboratório de frutas e hortaliças, em especial Karol, Milene, Igor, Suliana, Catarina e Professora Carmen, que estiveram presentes durante grande parte do desenvolvimento deste trabalho, pelas conversas, risadas e companheirismo.

A professora Deise e a Daia, pela contribuição no desenvolvimento do projeto e carinho.

Aos colegas do Laboratório de Leites e Derivados, pela amizade e assistência em momentos precisos.

Ao Marcos Marques, pelo fornecimento de todas as amostras e pela simpatia, amizade e paciência durante as coletas.

A equipe do Projeto Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Cadeia Produtiva do Bambu no Sul do Brasil, sob coordenação do Professor Dr. Miguel Pedra Guerra, aprovado pelo CNPq, o qual possibilitou a execução deste trabalho.

A UFSC, professores, direção e administração por proporcionar uma experiência de ensino excelente.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desses dois anos da minha vida, muito obrigado!

À minha família e, em especial,
ao Luiz Fernando Zago, pelo
companheirismo, apoio e amor.

RESUMO

Os brotos de bambu, amplamente consumidos pelos povos asiáticos, são ainda relativamente desconhecidos e pouco valorizados no Brasil. O presente trabalho teve por objetivo geral desenvolver e caracterizar um novo produto, em forma de pasta, a partir do broto de bambu da espécie *Dendrocalamus asper*. A presença de glicosídeos cianogênicos na matéria prima leva à necessidade do estabelecimento de um protocolo para o pré-processamento dos brotos, bem como de análises qualitativas (testes rápidos) e quantitativas para cianeto, sendo este um dos objetivos específicos deste trabalho. Os demais dizem respeito às características físico-químicas, microbiológicas, de textura e cor da pasta de broto de bambu. A formulação da pasta não comprometeu as características do broto de bambu, como um alimento com baixo teor de gordura, incorporou proteína e manteve a presença de fibras solúveis e insolúveis. Quanto ao teor de minerais, o sódio, potássio e cálcio foram relativamente mantidos, exceto pela adição de sódio, porém em valores significativamente inferiores à maioria dos produtos industrializados. A presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante da pasta, mesmo considerando um produto com alto teor de umidade, justificam o seu consumo. Quanto a sua obtenção, os resultados das análises microbiológicas indicaram a pasta como apta para consumo, logo após a produção e durante a estocagem. As características de textura durante a estocagem, em temperatura ambiente e sob refrigeração, indicam que a pasta é um novo produto tecnicamente viável, atingindo a estabilidade necessária, apesar de ainda inexistente no mercado. As mudanças na cor do produto final, a partir da cor do broto, durante a estocagem mantiveram as características típicas do broto, mesmo considerando as reações de escurecimento durante o tratamento térmico. Os protocolos desenvolvidos para a produção da pasta, bem como para o pré-processamento e determinação de cianeto podem ser adotados pela agroindústria, sendo enfaticamente indicado o controle devido às variações em glicosídeos cianogênicos da matéria prima e necessária a realização dos testes comprobatórios de eficiência nos pré-processamentos aplicados.

Palavras-chave: broto de bambu, glicosídeos cianogênicos, pasta, estabilidade.

ABSTRACT

Bamboo shoots, widely consumed by Asian peoples, are still relatively unknown and undervalued in Brazil. This work aimed for the development and characterization of a new product, in paste form, from bamboo shoot of *Dendrocalamus asper* specie. The presence of cyanogenic glycosides in raw material leads to the need of establishment of a pre-processing protocol for shoots, as well as qualitative (quick tests) and quantitative analysis for cyanide, this being one of this work's specific objective. Further relate to physicochemical, microbiological, texture and color characterization of bamboo shoot paste. Paste's formula did not compromise bamboo shoots characteristics, as a low fat content food, protein was incorporated and it kept the soluble and insoluble fibers. As to minerals content, sodium, potassium and calcium were relatively kept, except for sodium, although it appears in significantly lower value than most industrialized products. The presence of phenolic compounds in the paste and antioxidant activity, even considering a product of high content of moisture, supports its consumption. As to obtaining of pasta, microbiological results indicate that consumption is safe, right after the paste production and during storage. The texture characteristics during storage, at room temperature and under cold, indicate the technical viability for this product, achieving stability, although it is still nonexistent in the market. Color changes in the final product, comparing to raw material, kept typical characteristics of bamboo shoot during storage, even considering browning reactions due to thermal treatment. Protocols developed to the paste, as well as to pre-processing and cyanide determination, can be adopted by agribusiness, indicating emphatically the control due to cyanogenic glycosides variations in raw material and the need for confirmatory tests of pre-processing efficiency.

Keywords: bamboo shoot, cyanogenic glycosides, paste, stability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisões morfológicas do broto de bambu	29
Figura 2 – Corte longitudinal do colmo de broto de bambu	29
Figura 3 – Brotos de bambu após a colheita e seleção, com tamanho aproximado de 20 cm	31
Figura 4 – Estrutura química do glicosídeo cianogênico presente em brotos de bambu, a taxifilina	36
Figura 5 – Estrutura química do ácido homogentísico.....	36
Figura 6 – Estruturas dos glicosídeos cianogênicos durrina e taxifilina e suas rotas biossintéticas.	37
Figura 7 – Bambu da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> , situado no Sítio Vagalume, com aproximadamente 12 metros de altura	47
Figura 8 – Reação entre cianeto e o 2,2-dihidroxi-1,3-indanediona.....	49
Figura 9 – Célula de Conway utilizada na extração de cianeto de amostras vegetais. A- Círculo externo; B- Círculo interno	49
Figura 10 – Fluxograma da elaboração das pastas de broto de bambu..	51
Figura 11 – Perfil de textura (força em Newton x tempo em segundos) gerado pelo analisador de textura TA-XT plus para o produto pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>), após (t0) a esterilização a 121 °C por 15 min, em resfriamento.....	72
Figura 12 – Variações dos parâmetros de cor L*, a*, b*, C* e h entre controle, pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>) não esterilizada (A), esterilizada a 121 °C por 15 min (t0), com dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies de bambus que apresentam brotos comestíveis.....	30
Tabela 2 – Composição química de algumas espécies que produzem brotos comestíveis.....	35
Tabela 3 – Macro nutrientes, fibras e seus constituinte ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), vitaminas C e E ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) de brotos de bambu recém-colhidos, fermentados e em conserva, da espécie <i>Dendrocalamus giganteus</i>	35
Tabela 4 – Concentração de cianeto (CN^-) nos brotos de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>) no tempo zero (controle), após 30 e 60 minutos de cozimento.....	58
Tabela 5 – Composição centesimal da pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após 5 meses de armazenamento (t5).....	61
Tabela 6 – Minerais avaliados na pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após 5 meses de armazenamento (t5).....	65
Tabela 7 – Propriedades físico-químicas da pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.....	67
Tabela 8 – Compostos fenólicos e capacidade antioxidante da pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.....	69
Tabela 9 – Microbiologia da pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min.....	71
Tabela 10 – Microbiologia da pasta de broto de bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min e com dois meses (t2) de armazenamento, em temperatura ambiente.....	72

Tabela 11 – Textura instrumental de pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min, com dois (t2) meses de armazenamento, analisados em temperatura ambiente (22 ± 1 °C) e refrigerados (4 ± 1 °C).....74

Tabela 12 – Valor L* (luminosidade) e ΔE^* (diferença de cor) da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.....75

LISTA DE ABREVIACÕES

ΔE	Diferença total de cor
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARfD	<i>Acute Reference Dose</i>
C*	Croma
CIE	<i>Comission Internationale de l'Eclairage</i>
CIELAB	Espaço de cor (L^* a^* b^*) determinado pela <i>Comission Internationale de l'Eclairage</i>
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
EC ₅₀	Metade da concentrao máxima efetiva
FRAP	Potencial antioxidante de redutor férrico
h	Ângulo de hue
HCN	cido ciantrico
JECFA	<i>The Joint FAO/WHO Organization Expert Committee on Food Additives</i>
PEAD	Polietileno de alta densidade
PMTDI	<i>Provisional Maximum Tolerable Daily Intake</i>
VDR	Valor Diário de Referência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	OBJETIVOS	27
2.1	OBJETIVO GERAL	27
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS BAMBUS E SEUS BROTOS.....	28
3.2	CENÁRIO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE BAMBUS COMESTÍVEIS	32
3.3	PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DOS BROTOS DE BAMBU.....	33
3.4	COMPOSTOS ANTINUTRICIONAIS E DE SABOR AMARGO EM BROTOS DE BAMBU.....	36
3.5	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE GLICOSÍDEOS CIANOGENICOS E CIANETO	38
3.6	ASPECTOS DO PRÉ-PROCESSAMENTO DO BROTO DE BAMBU	40
3.7	PRODUTOS PROCESSADOS A PARTIR DO BROTO DE BAMBU	41
3.8	PARÂMETROS DE CONTROLE DA MATÉRIA PRIMA E DOS PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DO BROTO DE BAMBU	42
3.9	TEXTURA.....	43
3.10	COR.....	44
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1	MATERIAL	47
4.2	PRÉ-PROCESSAMENTO DOS BROTOS DE BAMBU PARA ELIMINAÇÃO DO CIANETO.....	48

4.2.1	Detecção rápida e quantificação de cianeto em broto de bambu	49
	Extração	49
	a) Teste qualitativo	50
	b) Teste quantitativo.....	50
	Curva de calibração	50
4.2.3	Análise de cianeto	50
4.3	ELABORAÇÃO DA PASTA DE BROTO DE BAMBU... 51	51
4.3.1	Armazenamento do produto e períodos de amostragem	52
4.4	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRICIONAIS	52
4.4.1	FRAP (Potencial antioxidante de redutor férrico).....	52
4.4.2	DPPH (2,2-Difenil-1-picril-hidrazila)	53
4.4.3	Determinação de compostos fenólicos totais (CFT)	53
4.5	ESTABILIDADE.....	54
4.5.1	Características microbiológicas	54
4.5.2	Avaliação instrumental de textura.....	55
4.5.3	Análise instrumental de cor.....	56
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
5.1	OBTENÇÃO DAS PASTAS	57
5.2	GLICOSÍDEOS CIANOGENICOS.....	57
5.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	59
5.4	PH.....	65
5.5	ACIDEZ.....	66
5.6	AÇÚCARES REDUTORES	66
5.7	COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	68
5.8	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	70

5.9	AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DE TEXTURA.....	72
5.10	ANÁLISE INSTRUMENTAL DE COR.....	75
6	CONCLUSÕES.....	78
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

O consumo de broto e folhas do bambu é uma prática comum em países como a Coreia, o Japão, a China e em outros que tiveram influência destas culturas. No Brasil, o consumo do bambu não constitui hábito popular, a não ser entre os descendentes de asiáticos, porém as propriedades funcionais do broto e das folhas estimulam o desenvolvimento de trabalhos para aumentar a familiarização e o consumo no país.

Existem entre 50 e 60 espécies de bambu no mundo, cujos brotos são comestíveis. A literatura sobre as propriedades funcionais dos bambus comestíveis é vasta, abrangendo estudos de extratos obtidos a partir das folhas e dos brotos (PARK; JOHN, 2010). A maioria destes estudos abrange os extratos em solventes orgânicos e os estudos das suas propriedades funcionais, enquanto que o consumo dos brotos não ocorre como extrato, mas na forma de conserva ou mesmo frescos, previamente tratados. Estudos sobre as propriedades antioxidantes do óleo de bambu também podem ser encontrados (DUBOK et al., 2008).

A composição química de matérias primas de origem vegetal tem efeito direto do tempo de cultivo, além das variedades e locais de plantio. O broto de bambu é ainda desconhecido pelos consumidores brasileiros, bem como pela agroindústria, que desconhece as suas propriedades e o seu potencial econômico. A industrialização dos brotos de bambu requer incentivo aos agricultores, para que a cadeia produtiva seja fortalecida. Por outro lado, a desmitificação do processo produtivo, bem como a necessidade de cuidados especiais inerentes ao bambu, poderão contribuir para facilitar e ampliar o consumo.

Apesar de ter propriedades benéficas à saúde, o broto de bambu ainda necessita de um pré-processamento para tornar viável seu consumo, sem que o mesmo traga riscos ao consumidor decorrente da presença de compostos cianogênicos nessa matéria prima.

O ácido cianídrico (HCN), principal composto formado no broto com potencial toxicológico, pode ser removido através de um processo de cozimento logo após a colheita, porém os parâmetros e as condições ideais desse procedimento variam de acordo com diversos fatores, como a espécie de bambu, clima e solo onde está sendo cultivado, entre outros.

O conhecimento da composição química das matérias primas, estudos das propriedades físico-químicas e sensoriais e o desenvolvimento de novos produtos podem contribuir tanto para a valorização dos mesmos quanto para a minimização de resíduos, facilitando o consumo de alimentos pouco valorizados pelos brasileiros. Portanto, através de um melhor conhecimento e processamento do broto de bambu em todas as suas etapas de desenvolvimento, será possível identificar preferências do consumidor até então desconhecidas para este produto e seus derivados.

Levando em consideração o potencial do broto de bambu como alimento saudável e que este já apresenta um consumo regular em outros países, este trabalho analisa as características físico-químicas e microbiológicas de uma pasta elaborada a partir desta matéria prima.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e realizar a caracterização físico-química e microbiológica de pasta elaborada com broto de bambu (*Dendrocalamus asper*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estabelecer formas de eliminar os glicosídeos cianogênicos através de pré-processamentos adequados.

Analisar o teor residual dos glicosídeos cianogênicos por métodos espectrofotométricos.

Elaborar a pasta de broto de bambu com ervas finas.

Avaliar as propriedades físico-químicas e nutricionais da pasta de broto de bambu.

Avaliar as propriedades antioxidantes da pasta de broto de bambu.

Analisar as propriedades microbiológicas, de textura e de cor durante o processamento e o armazenamento da pasta.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS BAMBUS E SEUS BROTOS

As plantações de bambu são amplamente distribuídas no sudeste asiático, África e América Latina. Aproximadamente 3,2 % da área florestal do mundo está constituída por bambus, os quais possuem uma alta adaptabilidade aos ambientes, perdendo suas folhas anualmente e retendo a cor verde durante todo este período (FAO, 2007; HA, 2010).

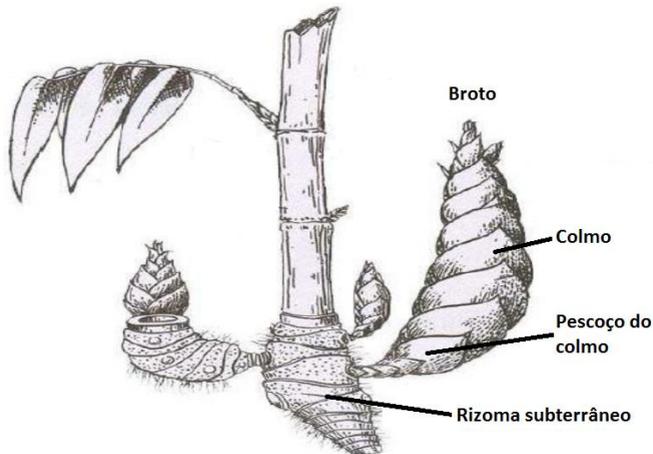
Em vários países, onde o fornecimento de madeira é escasso, o bambu representa uma importante fonte de fibras e pode ser utilizado como alternativa para construção, fibras de reforço, produção de papel, entre outras aplicações. Além de ser considerado um agente protetor do meio ambiente, prevenindo erosões e produzindo mais oxigênio do que florestas normais é utilizado como alimento na forma de broto (CHAKRABORTY, 2006; BANAVATH et al., 2011; DONGWEI et al., 2011; GONZÁLEZ et al., 2011).

Os bambus são membros da família *Poaceae* (ou *Gramineae*) e são plantas monocotiledôneas que produzem brotos primários. São divididos em dois grandes grupos, os quais diferenciam pelo crescimento de seu rizoma subterrâneo e, conseqüentemente, determinam a forma aparente da planta. Os que possuem rizoma monopodial ou alastrante possuem colmos que se espalham por grandes áreas e os com rizoma simpodial ou entouceirante possuem colmos aglomerados e concentram a planta em um único local (OHRNBERGER; 1999; COLLINS; KEILAR, 2005).

Os colmos, nos seus estágios iniciais de desenvolvimento, são chamados de brotos e são comestíveis em algumas espécies. Por sua vez, os colmos mais maduros são utilizados como matéria prima para materiais de construção e decoração (LIESE, 1998; KLEINHENZ; MIDMORE, 2001).

Eles são divididos em três áreas: uma parte aérea distal, chamada colmo; uma parte proximal, o pescoço do colmo; e um rizoma subterrâneo. Sua parte comestível é ceifada a partir do pescoço do colmo (KLEINHENZ; MIDMORE, 2001). Essa divisão pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 – Divisões morfológicas do broto de bambu.



Fonte: *National Mission on Bamboo Applications* (2004 apud SOUZA, 2010).

Os colmos possuem uma forma ligeiramente cilíndrica e se caracterizam por possuírem uma sequência de entrenós internos ocos, os quais são separados transversalmente por septos (Figura 2). Esses septos proporcionam maior resistência aos colmos, protegendo-os do vento e suportando o próprio peso (PEREIRA; BERBALDO, 2007).

Figura 2 – Corte longitudinal do colmo de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), com tamanho aproximado de 10 cm.



Fonte: Acervo do autor.

Além de produtos para uso medicinal, a partir das folhas, podem ser produzidos brotos de bambu comestíveis, colmos para madeira e matéria prima para a indústria de papel e celulose (KLEINHENZ; MIDMORE, 2001).

Existem mais de 1200 espécies de bambus, no entanto somente uma pequena parte pode ser utilizada como alimento (FSANZ, 2004; LOBOVIKOV, 2007). A Tabela 1 ilustra as diferentes espécies de bambu que originam brotos comestíveis.

Tabela 1 – Espécies de bambus que apresentam brotos comestíveis.

Genótipo	Maiores cultivos	Referência
<i>Bambusa balcooa</i>		Satya et al. (2010)
<i>Bambusa bambos</i>		Satya et al. (2010)
<i>Bambusa multiplex</i>		Satya et al. (2010)
<i>Bambusa oldhamii</i>		Collins; Keilar (2005)
<i>Bambusa tulda</i>		Satya et al. (2010)
<i>Bambusa tuldoidea</i>		Collins; Keilar (2005)
<i>Bambusa vulgaris</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus asper</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus giganteus</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>	Birmânia, China,	Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus hookerii</i>	Filipinas, Índia,	Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus latifera</i>	Indonésia, Japão,	Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	Tailândia, Taiwan e Vietnã	Collins; Keilar (2005); Liu et al. (2012)
<i>Dendrocalamus longispatus</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus merrillianus</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus sikkimensis</i>		Satya et al. (2010)
<i>Dendrocalamus strictus</i>		Satya et al. (2010)
<i>Melocanna baccifera</i>		Satya et al. (2010)
<i>Phyllostachys edulis</i>		Satya et al. (2010)
<i>Phyllostachys bambusoides</i>		Collins; Keilar (2005)
<i>Phyllostachys pubescens</i>		Satya et al. (2010)
<i>Thyrsostachys siamensis</i>		Satya et al. (2010)

Os brotos de bambu são nutritivos e têm sido alimento dos povos asiáticos por milhares de anos (JIANGHUA; QINGPING, 2001). Têm-se mostrado um mercado lucrativo, visto que normalmente considera-se a madeira do bambuzeiro como a principal fonte de renda (LIESE, 2001).

Quando avaliados com um dia da colheita, apresentam-se de cor amarelo cremosa, com odor e sabor fortes, e podem ser consumidos crus, secos, enlatados, cozidos, fermentados ou em composições com aplicação farmacêutica. O processamento é realizado utilizando técnicas tradicionais, não padronizadas, não organizadas e específicas de cada região, que resultam em produtos com baixo valor agregado (CHOUDHURY et al., 2012).

A Figura 3 ilustra os brotos colhidos e selecionados, previamente ao processamento.

Figura 3 – Brotos de bambu após a colheita e seleção, com tamanho aproximado de 20 cm.



Fonte: *World Congress Proceedings* (2009).

Dependendo da espécie, os brotos são colhidos quando estão com, aproximadamente, 15 a 30 cm de altura (JIANGHUA; QINGPING, 2001). São sazonais, perecíveis, de curta vida útil e não facilmente preserváveis. Essa sazonalidade de crescimento pode ser diferente para as espécies de bambu, as quais podem originar brotos de tamanhos que variam dependendo da localização, profundidade e nutrição do solo, irrigação e condições de drenagem, temperatura, pH e fertilidade do solo (CHOUDHURY et al., 2012).

Os brotos emergem uma vez por ano, geralmente na primavera ou outono (JIANGHUA; QINGPING, 2001). Em função desta

característica, dividem-se em leptomorfos, os quais são de clima temperado e originam brotos na primavera e paquimorfos, os quais são de clima tropical e subtropical e originam brotos no fim do verão e no outono (CHOUDHURY et al., 2012).

Seu sabor depende da quantidade de açúcares totais, aminoácidos totais como ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina e taninos. Os aminoácidos e os taninos conferem características distintas: enquanto os primeiros deixam o produto mais atrativo e doce, os últimos podem torná-lo indesejável para alguns consumidores com seu amargor (BO, 2006).

3.2 CENÁRIO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE BAMBUS COMESTÍVEIS

Uma economia próspera gera retorno dos recursos provindos do bambu. O mesmo está bem posicionado para atender aos padrões da segurança alimentar, através de sistemas agroflorestais, mantendo a fertilidade de terras próximas e como uma fonte direta de alimento, com seus brotos comestíveis. Estes têm expectativa de se tornarem atividades econômicas de valor agregado, em níveis sociais e industriais, através do cultivo, processamento, embalagem e comercialização (CHOUDHURY et al., 2012).

China, Japão, Estados Unidos, Índia, Tailândia, Nepal, Butão, Coreia, Austrália, Nova Zelândia, Malásia e Indonésia comercializam e consomem o broto de bambu como uma iguaria (FSANZ, 2004; CHOUDHURY et al., 2012). O mercado internacional também tem aceito desta forma e aumentado seu consumo, devido ao seu alto teor nutritivo (CHAKRABORTY, 2006).

O país que retém maior parte da indústria de bambu é a China e conta com área de aproximadamente 4,2 milhões de hectares de florestas de bambu, representando 19,1 % da área mundial plantada de bambu (CHEN et al., 2009). Em sequência, a Índia, colhe anualmente cerca de 426,8 toneladas de broto de bambu, na região nordeste (SATYA et al., 2010).

Tendo esta grande produção, a China exporta para os Estados Unidos, aproximadamente, 40 toneladas de broto de bambu anualmente e o consumo na Índia chega a 22 % de sua produção, correspondendo a cerca de 85 toneladas (SATYA et al., 2010).

Na Ásia são consumidos anualmente mais de 2 milhões de toneladas de broto de bambu e uma estimativa mundial do potencial total do bambu está no valor de U\$ 10 bilhões (VAIPHEI, 2005 *apud* CHOUDHURY et al., 2012; CHOUDHURY et al., 2012).

O broto de bambu é um produto consumido majoritariamente no sul e sudeste asiático, onde se encontram 80 % das espécies de bambu (PEREZ et al., 1999). No Japão, seu consumo *per capita* anual era de 1,2 kg, na década de 50, passando em 2012 para 3 kg (CHOUDHURY et al., 2012).

A exportação de broto de bambu é um mercado crescente e mostra-se um nicho em valorização na Austrália, com sua exportação para o Japão, no período de estação reversa. Também exportam nesse período para o mesmo, a Itália e a Alemanha, apesar de terem diminuído sua quantidade por problemas de logística (LIESE, 2001).

O broto de bambu mostra-se inserido em um mercado muito amplo e é popular em várias regiões, destacando-se na exportação de enlatados, o qual tem maior potencial de crescimento (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

A expectativa de crescimento do consumo de brotos de bambu é visível e deve-se também à miscigenação de povos asiáticos em países do mundo inteiro. Além de servir como alimento, também auxilia na recuperação de terras improdutivas e gera outras opções de renda para os agricultores (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

3.3 PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DOS BROTOS DE BAMBU

Os brotos de bambu apresentam uma composição de 17 diferentes aminoácidos e minerais como cromo, zinco, manganês, níquel, cobalto, cobre e outros (CHOUDHURY et al., 2010).

São utilizados pela medicina tradicional chinesa por conter uma grande quantidade de compostos bioquímicos, como flavonoides e outros compostos com capacidade antioxidante (LIESE, 2001; CHOUDHURY et al., 2011).

São considerados uma boa fonte de elementos funcionais, principalmente fibras e potássio, os quais contribuem para uma dieta saudável. Um dos produtos mais comuns comercializados de broto é sua

conserva, porém espera-se um aumento da venda do produto fresco, o qual possui melhor sabor e textura (LUO et al., 2012).

Os brotos são ricos também em ácidos graxos essenciais, apesar de conter baixo teor de lipídeos e um considerável teor de proteínas (CHOUDHURY et al., 2011).

Podem-se encontrar no broto muitos componentes nutricionais e bioativos, como tocoferol, vitamina C, vitamina B6, tiamina, riboflavina, niacina, fenois e esteróis (CHOUDHURY et al., 2010). A prevenção de câncer e doenças cardiovasculares pode ser auxiliada pela atividade antiproliferativa dos flavonoides, presentes no broto (MIDDLETON, 2000).

Importantes fontes de fitosteróis, os brotos das espécies *Bambusa balcooa* e *Dendrocalamus strictus* são caracterizados pelas propriedades antimicrobianas (SARANGTHEM; SINGH, 2003). Tais elementos têm sido extraídos para a elaboração de cápsulas e comprimidos (CHOUDHURY et al., 2012).

Broto de *Bambusa arundinacia* contém colina, betaína, nuclease, urease, glicosídeos, e demais compostos cianogênicos, e podem ser usados para tratar diarreia, ascaridíase e tosse (CHOUDHURY et al., 2010). A decoção de brotos é utilizada para limpar ferimentos, combater infestação de larvas, úlcera e icterícia (BURKILL, 1935).

No sudeste asiático, os brotos são ingeridos com propósitos antioxidantes, anti radical livre, anti envelhecimento e anti câncer (CHOUDHURY et al., 2012).

Os brotos são ricos em sacaropina, ácido esperâmico e ácido glutâmico. O broto ainda possui 2,5 % de carboidratos que podem ser absorvidos pelo corpo, além de 0,5 % de lipídeos. Apresentam ainda molibdênio e germânio, os quais possuem função anti câncer e anti envelhedora, podendo ser usado em produtos medicinais e como alimento saudável (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

Pode-se visualizar a composição química de algumas espécies comuns que produzem brotos comestíveis na Tabela 2 e vários constituintes de brotos de bambu recém-colhidos, fermentados e em conserva na Tabelas 3.

Tabela 2 - Composição química de algumas espécies que produzem brotos comestíveis.

Componentes	Espécies de bambu			
	<i>Melocanna bambusoides</i>	<i>Dendrocalamus strictus</i>	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>	<i>Dendrocalamus giganteus</i>
Umidade (g 100 g ⁻¹)	91,22	85,98	92,37	91,19
Minerais (g 100 g ⁻¹)	0,98	1,14	1,01	0,89
Fósforo (mg 100 g ⁻¹)	14,28	58,13	27,76	12,57
Cálcio (mg 100 g ⁻¹)	47,58	139,50	44,16	26,93
Ferro (mg 100 g ⁻¹)	0,879	2,917	1,65	1,06
Proteínas (g 100 g ⁻¹)	3,29	1,98	2,60	2,59
Niacina (mg 100 g ⁻¹)	6,70	2,10	2,60	6,40
Carboidratos (g 100 g ⁻¹)	3,93	9,94	4,00	4,78

Fonte: Bhatt et al. (2005)

Tabela 3 – Macro nutrientes, fibras e seus constituinte (g 100 g⁻¹), vitaminas C e E (mg 100 g⁻¹) de brotos de bambu recém-colhidos, fermentados e em conserva da espécie *Dendrocamlus giganteus*.

Constituintes	Recém-colhido	Fermentado	Conserva
Aminoácidos	3,863	2,005	1,980
Proteínas	3,108	2,570	1,930
Carboidratos	5,103	1,504	1,450
Amido	0,506	0,455	0,443
Gordura	0,387	0,315	0,250
Vitamina C	3,280	1,090	1,800
Cinzas	0,890	0,780	0,750
Umidade	90,70	88,83	95,16
Fibras	2,645	4,180	3,040
Lignina	0,560	1,398	0,780
Hemicelulose	0,495	0,900	1,020
Celulose	1,589	1,882	1,240

Fonte: Nirmala et al. (2008).

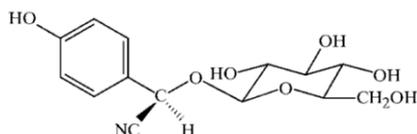
Os principais carboidratos do broto são glicose, frutose e sacarose. Como estes são os principais responsáveis pela respiração, são consumidos gradativamente durante a estocagem (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

3.4 COMPOSTOS ANTINUTRICIONAIS E DE SABOR AMARGO EM BROTOS DE BAMBU

Algumas espécies de broto de bambu apresentam glicosídeos cianogênicos, como a taxifilina e, conseqüentemente, são amargos (YOUNG, 1954). O gosto pungente de alguns brotos pode ser atribuído também à presença do ácido homogentísico (BHARGAVA et al., 1996).

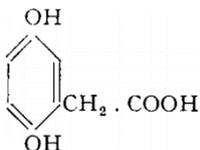
As Figuras 4 e 5 ilustram as estruturas químicas da taxifilina e do ácido homogentísico, respectivamente.

Figura 4 – Estrutura química do glicosídeo cianogênico presente em brotos de bambu, a taxifilina.



FONTE: Calderón et al. (2003).

Figura 5 – Estrutura química do ácido homogentísico.



FONTE: Kluver e Zipp (1951).

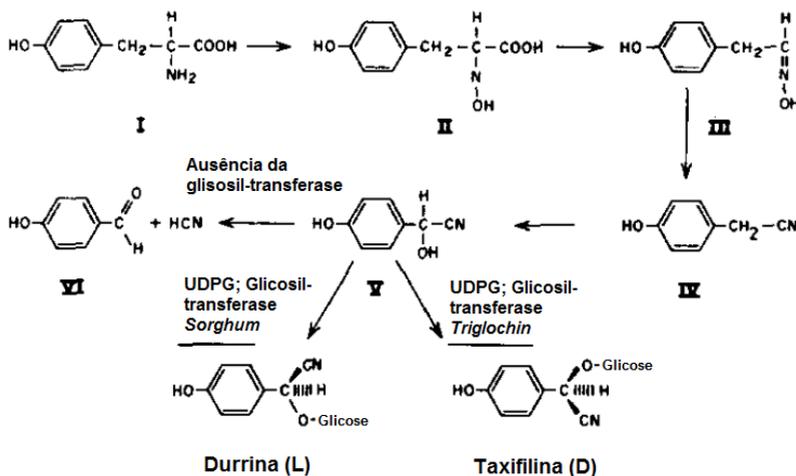
O teor de glicosídeos cianogênicos apresentados por um vegetal é influenciada por fatores endógenos e exógenos. Seu ciclo de desenvolvimento pode alterar esse conteúdo, conseqüentemente, alterando também a quantidade de ácido cianídrico (HCN) (VETTER, 2000).

A taxifilina é um glicosídeo cianogênico presente no broto de bambu, o qual é potencialmente tóxico e é liberado no momento do rompimento celular do vegetal para formar ácido cianídrico (FSANZ, 2004).

O nível de toxicidade de um alimento que é produzido a partir de uma planta cianogênica depende da quantidade de ácido cianídrico que será consumido no mesmo. Os principais fatores a serem levados em consideração são a possibilidade de haver quantidade remanescente de HCN após processamento ou o mesmo ser liberado no corpo pela ingestão do alimento cru (FSANZ, 2004).

A taxifilina é o 2-epímero da durrina e ambos são originados, primordialmente, da L-tirosina e com a ação da β -glucosidase, a molécula de taxifilina é hidrolisada para formar ácido cianídrico, um aldeído e cetona (FSANZ, 2004; HOSEL; NAHRSTEDT, 1980). A Figura 6 ilustra as estruturas dos glicosídeos cianogênicos durrina e taxifilina e sua rota biossintética.

Figura 6 – Estruturas dos glicosídeos cianogênicos durrina e taxifilina e sua rota biossintética. I: L-tirosina; II: n-hidroxitirosina; III: 4-hidroxfenilacetaldoxima; IV: 4-hidroxfenilacetnitrila; V: 4-hidroxfenilacetnitrila; VI: 4-hidroxfenilacetaldéido.



FONTE: Hosal e Nahrstedt (1980).

Os brotos de bambu podem conter mais de 1 g kg^{-1} de ácido cianídrico, a qual é superior à quantidade detectada em mandioca, apesar da tendência em diminuir após a colheita. Se o broto for ingerido cru ou após um processamento inadequado, sintomas de intoxicação poderão ser observados (FSANZ, 2004).

Segundo o JECFA (2011), a ingestão diária tolerável máxima provisória (*Provisional Maximum Tolerable Daily Intake – PMTDI*) é de $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ e, realizando-se o cálculo para um indivíduo adulto de 60 kg, essa quantidade seria de 1,2 mg e representa a quantidade da substância presente no alimento que pode ser ingerida ao longo da vida sem que ocorram riscos apreciáveis à saúde. Já a dose de referência aguda (*Acute Reference Dose – ARfD*) é de $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ ou 5,4 mg para um indivíduo adulto e indica a quantidade que pode ser ingerida em um período de 24 horas ou menos sem que haja apreciável risco à saúde.

No corpo humano, inibe a enzima citocromo-oxidase, a qual interrompe a fosforilação oxidativa e, conseqüentemente, inibe a utilização do oxigênio intracelular (CHOUHURY et al., 2012).

Os sintomas da ingestão de cianeto incluem parada respiratória, queda da pressão sanguínea, tontura, dores de cabeça, dores de estômago, vômito, diarreia, confusão mental e convulsões (FSANZ, 2004).

A detecção de cianeto em matérias primas e em alimentos processados requer atenção especial, por representar risco aos consumidores. Por esse motivo, inúmeros estudos têm sido realizados a respeito da metodologia de identificação e quantificação dos compostos cianogênicos.

3.5 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE GLICOSÍDEOS CIANOGENICOS E CIANETO

Os glicosídeos cianogênicos são armazenados nos vacúolos das células das plantas e fazem parte do metabolismo secundário destas. A sua principal função está relacionada com a organização química do sistema de defesa da planta e da interação dela com insetos (GANJEWALA et al., 2010).

Existem dois grandes impedimentos para os métodos analíticos de determinação de compostos cianogênicos: encontrar as condições ótimas para quebra dos compostos para quantificação do cianeto e a complexidade das matrizes nas quais o cianeto está contido (BRIMER, 1988).

Métodos mais primitivos utilizam a cromatografia de camada delgada para quantificação densitométrica de glicosídeos cianogênicos. O princípio se baseia na liberação de ácido cianídrico catalisada por

enzimas e detecção subsequente direta do mesmo, porém sofria de limitações de tempo e baixa sensibilidade (BRIMER et al., 1983).

Outros métodos mais sensíveis, porém complexos, consistem na utilização de equipamentos de alta performance. Brimer e Dalgaard (1984) descrevem a utilização de um cromatógrafo líquido de alta eficiência de fase reversa, no qual acontece a clivagem após coluna do glicosídeo cianogênico (em um reator enzimático) e subsequente detecção eletroquímica do cianeto formado com adição de hidróxido de sódio.

Tsuge et al. (2001) utilizaram o processo de microdifusão para extrair o cianeto da amostra, em combinação com espectrometria e reação Konig, a qual utiliza o reagente piridina-pirazolona.

Alguns autores utilizam o teste do picrato para determinação total de cianeto em plantas e alimentos. O método consiste na adição de amostra e respectiva enzima endógena, em um frasco selado, com um pedaço de papel contendo picrato, o qual absorveria o conteúdo de cianeto extraído da amostra e teria leitura posterior da absorbância do papel em água (HAQUE; BRADBURY, 2002). Já o método de hidrólise ácida, reportado pelos mesmos autores, consiste em adição de tampão, ácido sulfúrico e aquecimento, para posterior extrapolação linear com padrão no tempo zero de leitura da absorbância.

Drochioiu (2002) estudou uma reação altamente seletiva e sensível de cianeto ou cianeto de hidrogênio com o composto 2,2-dihidroxi-1,3-indanediona (ninidrina). Através da reação é possível quantificar os compostos por espectrofotometria.

Para realizar análises rápidas e em campo, foi desenvolvido um método que detecta simultaneamente cianeto e compostos carbonila, utilizando um cromatógrafo gasoso portátil. Este contendo dois detectores, um foto-ionizante e outro por captura de elétrons, apresentando melhores resultados do que testes tradicionais de campo, porém possuindo um custo maior (CURTIS et al., 2002).

Há estudos que mostram a determinação direta por biosensores potenciométricos, os quais necessitariam da presença da enzima específica e uma estrutura eletrolítica/isoladora/semicondutora, apesar de ser extremamente dependente da matriz em que se encontra o glicosídeo cianogênico (KEUSGEN et al., 2004).

Abbas et al. (2013) desenvolveram um eletrodo seletivo para cianeto baseado em um derivado de ferro III porfirinato e recoberto com polianilina eletrosintetizada. Estes possuem uma resposta ótima em pH específico e só funciona com amostras líquidas, o que tornaria o método de extração determinante nesta análise.

É possível utilizar também uma hidrólise ácida, seguida de destilação para quantificação de cianeto em diversas amostras. Esta é realizada através de cromatografia de troca iônica (CHO et al., 2013).

Através da ação de enzimas, pode-se extrair o cianeto de plantas e seguir com um processo de destilação dos íons. Logo após, ocorre a quantificação com eletrodos seletivos através de medidas potenciométricas (DIALLO et al., 2014).

Apesar dos métodos tradicionais fazerem uso do ácido pícrico, piridina e resorcinol, os mesmos apresentam pouca rapidez e precisão, além de utilizarem compostos carcinogênicos e operação em muitas etapas, comparativamente à metodologia baseada na reação com ninidrina (DROCHIOIU, 2002; SURLEVA; DROCHIOIU, 2013). Outros fatores foram elucidados quanto aos mecanismos e condições da reação, tornando-a mais apta para desenvolvimento deste estudo (DROCHIOIU et al., 2004; MIHAESCU; DROCHIOIU, 2009).

3.6 ASPECTOS DO PRÉ-PROCESSAMENTO DO BROTO DE BAMBU

Os membros da Corporação Comercial de Bambu Australiana identificaram três áreas que necessitavam de atenção urgente: pré-colheita; pós-colheita, incluindo o amargor do broto que está atribuído à presença de glicosídeos cianogênicos e comercialização (COLLINS; KEILAR, 2005).

Após a colheita dos brotos, as alterações de qualidade constituem na perda de peso através da respiração e transpiração, descoloração e infecção por fungos (KLEINHENZ; MIDMORE, 2002).

Já a toxicidade associada aos glicosídeos cianogênicos pode ser reduzida por um pré-processamento adequado antes do consumo dos brotos, o qual pode ser removido adequadamente através de tratamento térmico na elaboração de conservas (FSANZ, 2004). Os usos tradicionais como alimento dependem desse processamento adequado antes de seu consumo. Pode-se eliminar a toxicidade cortando-o em

fatias finas, liberando a taxifilina, já convertida em ácido cianídrico, através do cozimento (FSANZ, 2004).

Porém um processo inadequado, como um cozimento incompleto, corre o risco de ter uma hidrólise dos glicosídeos e uma maior liberação do ácido cianídrico (CHOUDHURY et al., 2012).

As condições ótimas de remoção do ácido cianídrico, através do cozimento, foram definidas como 98-102 °C por 148-180 minutos, removendo até 97 % da quantidade inicial (FERREIRA et al., 1992).

3.7 PRODUTOS PROCESSADOS A PARTIR DO BROTO DE BAMBU

Os brotos de bambu podem ser utilizados nas indústrias farmacêuticas e alimentícia, sendo processados como bebidas, medicamentos, aditivos alimentares e relacionados à alimentação saudável (CHOUDHURY et al., 2012). Existem mais de 3.000 companhias ao redor do mundo engrenadas na produção de vários produtos à base de broto de bambu (XUHE, 2003).

Há uma grande dificuldade na comercialização de brotos de bambu no mercado nacional e internacional, pela alta umidade e instabilidade (CHOUDHURY et al., 2010).

O INBAR (*International Network for Bamboo and Rattan*) envolveu-se em pesquisas e desenvolvimento de novos produtos a partir do broto de bambu. O objetivo foi aumentar o mercado consumidor do mesmo, estimulando novos usos e auxiliando a segurança alimentar em áreas de alimentação precária (HUNTER; YANG, 2002).

Os produtos mais comuns processados a partir do broto de bambu são pedaços frescos prontos para o consumo e conservas, com diferentes temperos (TAMANG; SARKAR, 1996; KLEINHENZ; MIDMORE, 2002).

Alguns produtos já foram desenvolvidos a partir do broto, que variam no seu valor nutricional e sabor, tendo maior valor agregado, como doce de bambu, molho picante “chutney” de bambu, “chukh” de bambu, “nuggets” e biscoitos tipo “cream cracker” (SOOD et al., 2013).

Em países desenvolvidos, os brotos são ingredientes de alimentos como “cookies”, produtos cárneos, bebidas, “ketchups” e outros molhos,

os quais são consumidos diariamente pela população, incluindo o broto na sua dieta (NIRMALA et al., 2011).

Já foram desenvolvidos também aperitivos extrusados e fritos a partir de fatias de broto de bambu fresco, além da possibilidade de utilizar resíduos da produção de conservas de bambu para fabricação desses produtos (XIAOFU; FENGE, 2003).

Porém, há uma necessidade crescente de expandir a variedade do mercado no segmento de brotos de bambu. Os produtos e preparos tradicionais podem não ser mais agradáveis às exigências do consumidor atual (BHATT et al., 2005; NIRMALA et al., 2011).

3.8 PARÂMETROS DE CONTROLE DA MATÉRIA PRIMA E DOS PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DO BROTO DE BAMBU

A alta temperatura, maior disponibilidade de água e maior umidade do ar são condições ambientais particulares que promovem o crescimento do broto (KLEINHENZ; MIDMORE, 2001). A produtividade dos brotos de bambu pode ser aumentada encorajando o crescimento dos mesmos através de um manejo cuidadoso (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

Para se obter um broto comestível e de qualidade, a idade do colmo é extremamente importante, visto que eles são colmos imaturos e devem ser colhidos antes de um ano ou logo após terem emergido do solo (KLEINHENZ; MIDMORE, 2001).

No entanto é observada a falta de padronização vigente na cadeia produtiva desde o cultivo, na organização da indústria, do processamento à comercialização (CHOUDHURY et al., 2012).

As alterações que causam perda de qualidade do broto podem ser controladas ou retardadas através de embalagem (SHEN et al., 2006; CHEN et al., 2013; BADWAIK et al., 2014) e resfriamento. Parâmetros como o tempo desde a colheita até o armazenamento adequado afetam diretamente a vida útil de produtos da horticultura (KLEINHENZ; MIDMORE, 2005).

O armazenamento deve ocorrer de forma que a taxa de respiração do broto seja diminuída, para que os carboidratos não sejam consumidos rapidamente, acarretando assim perdas do seu valor nutricional (JIANGHUA; QINGPING, 2001).

As melhores condições para armazenamento do broto de bambu foram definidas até 21 dias após a colheita, com armazenamento a 1°C e embalados em polietileno de baixa densidade macro perfurados, para evitar perda de peso por condensação (KLEINHENZ; MIDMORE, 2005).

A alta umidade torna difícil a preservação dos brotos, motivo pelo qual os mesmos geralmente são ingeridos frescos, em conversa ou secos. Através de diferentes processos de secagem e pré-processamento pode-se obter um produto de boa aceitação (XIAOFU; FENGE, 2003).

3.9 TEXTURA

A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura do alimento e a forma como a mesma reage à medida em que se aplica uma força. Representa a soma de atributos mecânicos, geométricos e superficiais do produto, sentido através de receptores mecânicos, tátil, visual e auditivo (SZCZESNIAK, 1963).

É utilizada em vários estudos como atributo sensorial crítico que pode dominar a qualidade de um produto, porém é importante estabelecer quais testes serão aplicados que descrevem apropriadamente os atributos sensoriais de textura (ANTON; LUCIANO, 2007).

Pode-se medir a textura por meios objetivos, através de instrumentos, ou subjetivos, em testes sensoriais. Dentre os equipamentos utilizados, o texturômetro simula condições de mastigação e apresenta excelentes correlações com avaliações subjetivas de textura (SZCZESNIAK, 1963).

A avaliação sensorial enfrenta diversas barreiras metodológicas, psicológicas e fisiológicas, sendo também mais custosa e dispendiosa. Em contrapartida, medidas instrumentais são mais rápidas, reproduzíveis, relativamente mais fáceis de padronizar e livres de problemas particulares da análise sensorial (KRAMER; SZCZESNIAK, 1973).

O perfil de análise de textura (TPA) instrumental é extremamente versátil e tem se tornado amplamente utilizado com o auxílio de texturômetros. Nesse tipo de aparato, é possível obter todos os parâmetros de TPA através de um *software*. Uma parte fracionada da amostra é comprimida pelo equipamento, o qual simula a mastigação (SZCZESNIAK, 1973; SZCZESNIAK, 1975).

Podem-se extrair propriedades mecânicas como: firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade e viscosidade. Além disso, a textura também é relativa a sensações táteis, medidas como partículas geométricas, granulidade, arenosidade, cristalinidade e floculação; ou propriedades de suculência, umidade, oleosidade e secura (FERREIRA et al., 2000).

Nakatsu et al. (2012) observaram as propriedades mecânicas em brotos de bambu amolecidos e processados através do congelamento-descongelamento, por enzimas maceradoras, o qual conserva seu formato original. Os valores de firmeza obtiveram um decréscimo mínimo de 1/10, em comparação às amostras não tratadas.

Zheng et al. (2013a) estudaram os efeitos do branqueamento e da secagem em fatias de broto de bambu. Após o branqueamento, a dureza decresceu significativamente, com uma redução de 40 % em apenas 15 minutos. Outros autores observaram as mudanças na textura ao processar o broto de bambu em conserva. No início do processo, a dureza apresentou valor máximo, porém chegou a reduzir 79 % do valor inicial (ZHANG et al., 2013b).

As técnicas do perfil de análise de textura têm sido utilizadas para caracterizar alimentos sólidos a partir de resultados empíricos e instrumentais. Porém, estes foram adaptados ao longo do tempo para alimentos semissólidos, envolvendo propriedades reológicas fundamentais (AHMED; RAMASWAMY, 2006). Diversos trabalhos envolvendo o estudo de alimentos em forma de pasta já foram realizados, estudando a textura instrumental como parâmetro de controle e qualidade (CARBONELL-BARRACHINA et al., 2003; LIMA; BRUNO, 2007; ALVARENGA et al., 2012); no entanto, nenhum deles com pastas de broto de bambu.

3.10 COR

A cor pode ser definida como a sensação que um indivíduo tem quando a energia da luz correspondente ao espectro visível atinge a retina do olho. A região do espectro visível ao olho nu, na medida de comprimento de onda (λ), varia de 390 a 750 nm (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

Em 1976, a CIE (*Comission Internationale de l'Eclairage*) recomendou o uso da escala de cor CIE $L^* a^* b^*$ ou CIELAB. L^* varia de 0 a 100, o valor mais alto representando uma perfeita reflexão difusa,

quando o mínimo constitui o preto. Os eixos a^* e b^* não representam eixos numéricos específicos, porém a coordenada a^* varia do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$) e b^* varia do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). Os valores delta (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) indicam o quanto a amostra diferiu do padrão e são frequentemente utilizados no controle de qualidade e ajustes de formulação, além de serem utilizados para o cálculo da diferença total de cor (ΔE^*) (BILLMEYER; SALTZMAN, 1981).

Para obter a direção da diferença de cor entre duas amostras em uma situação específica ou entre uma mesma amostra em duas situações diferentes, é comum calcular seu ângulo de hue (h) e croma (C^*). O primeiro é expresso em graus e vale 0 em $+a^*$, 90° em $+b^*$, 180° em $-a^*$ e 270° em $-b^*$. Já o C^* é zero no centro do eixo de cores e aumenta conforme se distancia do centro (BERGER-SCHUNN, 1994; HEIMDAL et al., 1995).

A utilização de instrumentos para medição de cor, como espectrofotômetros e colorímetros, tem a vantagem de eliminar o aspecto subjetivo da avaliação e julgamento visual. O espectrofotômetro é um instrumento que fornece a análise espectral das propriedades de refletância e/ou transmitância de um objeto a cada comprimento de onda, já o colorímetro triestímulo proporciona medições correlatas a percepção do olho humano (MACGOUGALL, 2002; MARTINAZZO et al., 2008).

A cor de um alimento deve-se à presença de pigmentos naturais. Estes são instáveis e acabam participando de diferentes reações e, desta forma, a alteração de cor de um alimento é um indicador das alterações químicas e bioquímicas possíveis de ocorrer durante o processamento e estocagem (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

A análise por colorímetro triestímulo é muito utilizada para avaliação de descoloração e para fornecer informações importantes para o controle de qualidade de produtos alimentícios (MASKAN, 2001).

Sendo a cor um atributo sensorial, ela se torna muito importante na hora da compra, pois é um dos primeiros fatores que o consumidor leva em consideração (KAKIOMENOU et al., 1996).

O broto de bambu, ao passar por um processo de branqueamento, sofre alterações significativas em sua cor. Em apenas 12 minutos, os valores de L^* decrescem, porém os valores de b^* aumentam, o que indica que o broto está se tornando amarelo (ZHENG et al., 2013a).

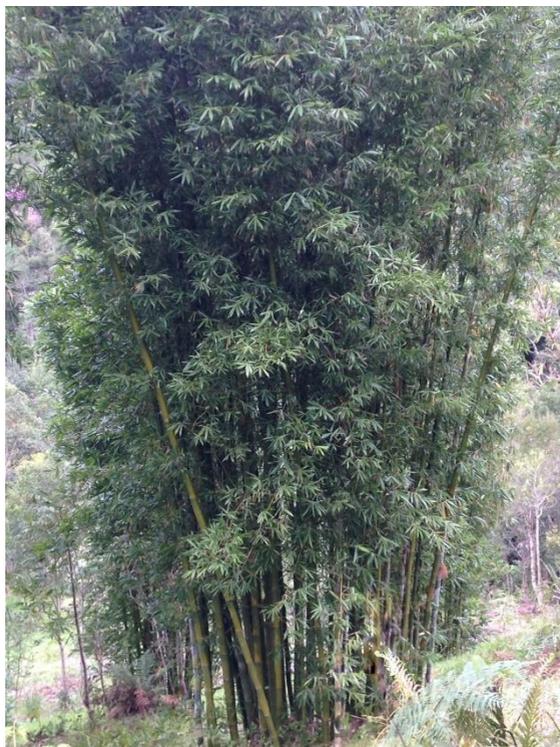
Durante o processo de secagem por micro-ondas, foi observada uma diminuição nos valores de L^* e b^* , enquanto que os valores de a^* e ΔE aumentaram. Estes parâmetros condizem com o esperado escurecimento pelo processo de secagem (BAL et al., 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As amostras foram coletadas de acordo com sua disponibilidade em locais próximos ao Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças - LFH, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, visto que o tempo de transporte, mesmo sob refrigeração, consistia em um importante ponto de controle. O Sítio Vagalume, localizado na cidade de Rancho Queimado (Latitude 27°40'21'' sul, Longitude 49°01'18'' oeste) – Santa Catarina, distante 70 km da cidade de Florianópolis, disponibilizou uma espécie de bambu, *Dendrocalamus asper* (Figura 7), que origina brotos comestíveis. A mesma foi coletada em diferentes momentos, possibilitando a constituição das unidades amostrais.

Figura 7 – Bambu da espécie *Dendrocalamus asper*, situado no Sítio Vagalume, com aproximadamente 12 metros de altura.



Fonte: Acervo do autor.

Esta espécie de bambu possui o período de brotamento nos meses de novembro a março. Foram coletadas amostras para realização de pré-testes e definição de metodologias além dos brotos para as análises definitivas. Foram realizadas três coletas de brotos, originados de 8 touceiras, com tamanho uniforme, variando de 10 a 40 cm de comprimento, entre janeiro e março de 2015 e totalizando 15 brotos. Eles foram transportados em sacos de polietileno de alta densidade (PEAD) e selecionados os materiais sem defeitos para a realização dos ensaios.

Como não foi viável realizar o pré-processamento em quantidades pequenas de brotos, a cada coleta as amostras foram congeladas, em freezer tradicional, para que se realizasse um “pool” de todos os brotos e o pré-processamento fosse realizado com todos os brotos coletados. Além disso, o congelamento foi viável por não ser necessário manter a textura do broto, uma vez que o mesmo seria triturado para formulação da pasta.

Os reagentes empregados para as análises físico químicas e nutricionais foram de grau analítico.

4.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS BROTOS DE BAMBU PARA ELIMINAÇÃO DO CIANETO

O procedimento de preparo da amostra e eliminação dos glicosídeos cianogênicos (cianeto) foi realizado segundo Ferreira et al. (1992), com modificações. Os brotos foram descongelados e descascados até a remoção das fibras mais rígidas e cortados em cubos de 1 a 1,5 cm de aresta. Os brotos foram separados em dois grupos de cozimento: a parte basal e medial em um recipiente e as partes apicais em outro, para posteriores análises.

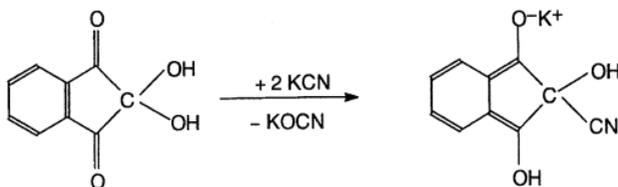
O cozimento foi intermitente, em panelas de aço inoxidável, na proporção de 1:4 de brotos para água potável da rede pública (m/m), respectivamente, no qual a água era trocada em intervalos de 30 minutos. A cada troca de água, eram retiradas amostras do recipiente com os ápices para análise de cianeto. Este procedimento foi realizado até a confirmação da ausência do mesmo. Por fim, os brotos foram embalados a vácuo em sacos de PEAD, congelados em freezer convencional e mantidos à temperatura de -20 ± 2 °C, por 60 dias.

4.2.1 Detecção rápida e quantificação de cianeto em broto de bambu

A metodologia empregada para determinação de cianeto é relativamente recente, quando comparada a outros métodos e tem a vantagem de ser mais rápida e possuir uma maior sensibilidade. Além disso, durante o andamento deste projeto, foi implantada no Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças/UFSC.

Os testes qualitativos e quantitativos foram baseados na reação colorimétrica entre os íons de cianeto e o 2,2-dihidroxi-1,3-indanediona (ninidrina), na presença de carbonato de sódio, segundo Drochioiu (2002) e adaptado por Surleva e Drochioiu (2013). A reação entre os dois compostos está apresentada na Figura 8.

Figura 8 – Reação entre cianeto a o 2,2-dihidroxi-1,3-indanediona.

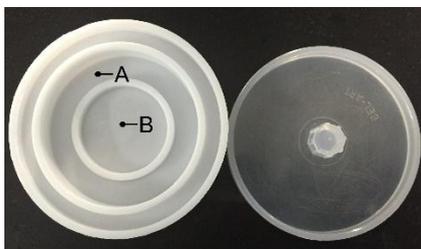


Fonte: Drochioiu (2002).

Extração

Utilizou-se o método de separação por microdifusão em célula de Conway segundo Tsuge et al. (2001). Foram realizadas incisões, em diferentes partes da amostra, para recolher um total de 1 g, o qual foi colocado no círculo externo (A) da célula, como ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Célula de Conway utilizada na extração de cianeto de amostras vegetais. A- Círculo externo; B- Círculo interno.



Fonte: Acervo do autor.

No caso da pasta, foi somente pesada e depositada no círculo externo. Já no círculo interno (B), foram adicionados 2 mL de solução NaOH 0,001 mol L⁻¹ e, após, foi adicionado 1 mL de solução H₂SO₄ 10 % no círculo externo, juntamente com a amostra. A célula foi fechada e levada a temperatura de 40 °C em estufa, por 30 minutos. Os íons CN⁻ foram removidos do círculo interno para posterior análise.

a) Teste qualitativo

A solução resultante da extração foi transferida para um tubo de ensaio, ao qual foi adicionado 0,5 mL de uma solução de 28 mmol L⁻¹ de ninidrina em carbonato de sódio 2 % com posterior agitação, permanecendo em repouso por 10 minutos, observando a mudança de cor. O resultado positivo para cianeto foi indicado pela coloração vermelho púrpura. Em cada tempo de cozimento foi realizada a medição, porém todas as amostras também foram avaliadas pelo teste quantitativo para cianeto.

b) Teste quantitativo

Curva de calibração

Segundo Surleva e Drochioiu (2013), a curva de calibração para cianeto é estável na faixa de 0,01 a 1 µg mL⁻¹, essa metodologia foi utilizada, com modificações. Foram adicionados aos tubos de ensaio 2 mL de soluções com concentrações de 1,00; 0,75; 0,50; 0,25 e 0 µg mL⁻¹ de cianeto de potássio (KCN) em NaOH 0,001 mol L⁻¹. A cada tubo foi adicionado 1 mL da solução de 28 mmol L⁻¹ de ninidrina e as diferentes concentrações de cianeto de potássio apresentaram colorações em escala, correspondendo a mais intensa à maior concentração do íon cianeto.

Os tubos foram deixados em repouso por 20 minutos e a leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi, U-1800, Tóquio, Japão), no comprimento de onda de 485 nm.

4.2.3 Análise de cianeto

As amostras de pasta foram pesadas (1 g) e submetidas à extração. Ao tubo de ensaio contendo 2 mL do cianeto extraído foi adicionado 1 mL da solução de ninidrina. O tubo foi agitado e deixado em repouso por 20 minutos. A leitura da absorbância foi feita a 485nm. O branco correspondeu a 2 mL de solução de NaOH 0,001 mol L⁻¹ e 1 mL de solução de ninidrina.

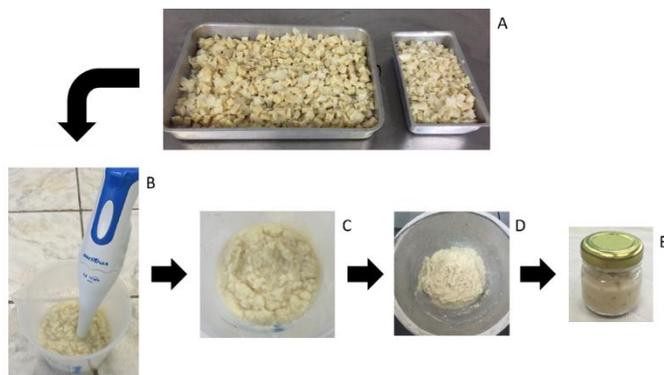
4.3 ELABORAÇÃO DA PASTA DE BROTO DE BAMBU

A pasta de broto de bambu foi elaborada a partir dos brotos pré-processados, após o seu descongelamento. Foram testados dois sabores: ervas finas e raiz forte. A partir dos dois sabores selecionados, foram elaboradas formulações visando atingir, em ensaios preliminares, as características adequadas para dar início às avaliações.

Considerando o ineditismo deste trabalho, detalhes das formulações foram preservados para apresentar apenas na publicação dos resultados do projeto.

Comprovada a ausência de cianeto, foram elaborados pastas de broto, em diferentes formulações, com base em ensaios preliminares estabelecendo os principais componentes, além dos brotos pré-tratados. Conforme ilustrado na Figura 10, os brotos de bambu foram descongelados, levados à temperatura ambiente e triturados até completa homogeneização. Foram adicionados os demais ingredientes, passaram por um aquecimento em tacho encamisado para a uniformidade da amostra e fixação de aromas, acondicionados em vidros de conserva com capacidade para 30 g de pasta e sofreram um tratamento térmico de esterilização (121 °C por 15 minutos), visando a estabilidade do produto durante os trabalhos de avaliação. Todas as pastas foram produzidas em um mesmo volume no interior dos vidros.

Figura 10 – Fluxograma da elaboração das pastas de broto de bambu. A: brotos cortados em cubos, após pré-processamento; B: brotos triturados com auxílio de “mixer”; C: brotos adicionados dos ingredientes; D: aquecimento em tacho encamisado dos ingredientes; E: pasta formulada após esterilização.



Fonte: Acervo do autor.

4.3.1 Armazenamento do produto e períodos de amostragem

A pasta de broto de bambu foi armazenada em temperatura ambiente (22 ± 1 °C). A determinação da composição centesimal foi realizada em triplicata, no dia seguinte à elaboração do produto final e após 5 meses de armazenamento. Já os parâmetros físico-químicos foram determinados antes e após a esterilização e com 2 e 5 meses de armazenamento. As análises microbiológicas foram realizadas antes e após a esterilização e com 2 meses de armazenamento e a determinação do perfil de textura instrumental foi feita antes e após a esterilização e com 2 meses de armazenamento, em temperatura ambiente e em refrigeração (4 ± 1 °C).

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRICIONAIS

Os teores de cinzas (942.05) e umidade (925.10) foram determinados de acordo com as metodologias da AOAC (2005). O teor de proteínas (Nx6,25) foi determinado pelo método de Kjeldahl (920.87) e o de lipídeos, gravimetricamente, após extração com éter de petróleo em aparelho extrator de Soxhlet (945.39) (AOAC, 2005). Os conteúdos de fibra total (985.29), solúvel e insolúvel (991.42) foram determinados pelo método enzimático gravimétrico da AOAC (2005), com o kit *Megazyme*.

A análise de minerais foi realizado pelo LABCAL, laboratório terceirizado da Universidade Federal de Santa Catarina, credenciado no Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento (MAPA). As metodologias para quantificação foram: cálcio pela IN n° 20 através de titulometria; fósforo por IAL (1985) e ferro pela AOAC (2005) (944.02) através de um espectrofotômetro (Micronal, AJX-3002PC); e zinco e magnésio pela AOAC (2005) (985.35) através de um espectrofotômetro de absorção atômica (Shimadzu Corp 02015, Kyoto, Japão).

Os açúcares redutores foram analisados segundo Miller (1959) pelo método de ADNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). O pH foi determinado por potenciômetro (pHmetro marca Quimis, modelo Q-400, Brasil) e a acidez por titulação.

4.4.1 FRAP (potencial antioxidante de redutor férrico)

O poder antioxidante das pastas foi avaliado espectrofotometricamente segundo a metodologia de Benzie e Strain (1996) e modificações de Arnouset et al. (2002), com base na

capacidade dos compostos de reduzir o Fe^{3+} em Fe^{2+} . Em 100 μL da amostra foram adicionados 100 μL de cloreto férrico 3 mmol L^{-1} e foram deixados em repouso por 30 minutos em banho-maria a 37 °C. Um branco continha apenas cloreto férrico 3 mmol L^{-1} . Após o repouso, foram adicionados 1800 μL de solução 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) tanto nas amostras quanto no branco. A absorbância foi avaliada a 620 nm após 10 minutos de reação, em espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi, modelo U-1800, Tóquio, Japão). A curva de calibração foi construída utilizando reagente Trolox ($R^2=0,99$) nas concentrações entre 25 e 400 $\mu\text{mol L}^{-1}$. O poder antioxidante foi calculado utilizando a equação obtida a partir da curva de calibração.

4.4.2 DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila)

A atividade antioxidante foi determinada através do método indireto de Brand-Willians et al. (1995) e adaptado por Sánchez-Moreno et al. (1998), o qual se baseia na captação do radical DPPH por antioxidantes presentes nas amostras. A cada 100 μL de extrato metanólico de cada amostra foram adicionados 3,9 mL de solução DPPH-metanol e transferidos para uma cubeta de quartzo. Uma mistura de álcool metílico, acetona e água (proporção 2:2:1) foi utilizada como controle. As leituras (515 nm) foram monitoradas a cada minuto, onde foi observado que o tempo de estabilização da reação (tempo EC_{50}) foi de 20 minutos, no qual 50 % da concentração de DPPH inicial havia sido reduzida. Utilizou-se um espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi, modelo U-1800, Tóquio, Japão) e a curva de calibração foi construída a partir de concentrações do reagente DPPH ($\mu\text{mol L}^{-1}$) ($R^2=0,99$). O cálculo do EC_{50} foi realizado utilizando a curva do DPPH (Equação 1) e o resultado final foi expresso em g pasta por g DPPH (Equação 2).

$$y = 0,0122x - 0,0019 \quad (1)$$

Onde y = Absorbância inicial do controle / 2
 x = EC_{50}

$$\text{g pasta} / \text{g DPPH} = (\text{EC}_{50} \text{ (mg L}^{-1}) / 1000 \times 1) / \text{g DPPH} \quad (2)$$

4.4.3 Determinação de compostos fenólicos totais (CFT)

Para a quantificação de compostos fenólicos totais foi utilizado a metodologia segundo Singleton e Rossi (1965), onde 1 g das amostras foi homogeneizado com 10 mL de metanol 80 % por 1 minuto. O extrato foi filtrado e centrifugado a 10.000 g por 15 minutos, em

centrífuga (HERMELE[®], modelo Z 200A, Wehingen, Alemanha). O resíduo foi reextraído (cinco vezes) com metanol 80 %. O sobrenadante foi recolhido e evaporado até secagem e o resíduo foi dissolvido em 5 mL de água destilada. Uma alíquota de 2 mL foi misturada com 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 9 mL e água destilada e 8 mL de carbonato de sódio 7,5 % e deixado em repouso por 1 hora. O conteúdo de fenólicos totais foi medido a 765 nm em espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi, U-1800, Tóquio, Japão). Uma curva padrão de ácido gálico foi usada na quantificação ($R^2=0,99$).

4.5 ESTABILIDADE

A estabilidade foi acompanhada ao longo de cinco meses com o emprego de análises físico-químicas (triplicata) e de cor instrumental (quintuplicata), para as amostras controle, pasta de broto de bambu antes (A) e após (t0) o tratamento térmico e no decorrer do armazenamento (t2 e t5, 2 e 5 meses, respectivamente).

Enquanto que as análises microbiológicas (triplicata) e de textura instrumental (quadruplicata) foram realizadas nas amostras A, t0 e t2.

4.5.1 Características microbiológicas

As amostras de pasta foram pesadas assepticamente e 25 g foram adicionadas a 225 mL de água peptonada a 0,1 % (diluição 10^{-1}) e homogeneizadas em saco de PEAD. Diluições decimais subsequentes foram preparadas, utilizando-se o mesmo diluente.

Foram realizadas as seguintes análises (antes e após o tratamento térmico e nos tempos t2 e t5, 2 e 5 meses, respectivamente) segundo Silva et al. (2007): mesófilos, bolores e leveduras, contagem de bolores termorresistentes, psicrófilos, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*

A análise de mesófilos foi realizada através do plaqueamento em profundidade, em meio Ágar Padrão de Contagem (PCA), e incubação a 35 °C por 48 horas. Bolores e leveduras por inoculação e plaqueamento em superfície, em Ágar Batata Dextrose Acidificado (PDA), a 22-25 °C por cinco dias. A contagem de bolores termorresistentes foi realizada após o choque-térmico em banho-maria a 75-80 °C durante 30 minutos, resfriamento e incubação em placas contendo o meio PDA a 30 °C durante 5-7 dias.

A análise de psicrófilos foi realizada através do plaqueamento em profundidade, em meio Ágar Padrão de Contagem (PCA), e incubação a

22 °C por 24 horas. *Staphylococcus aureus* foi analisado pelo método de contagem direta em placas contendo Ágar Baird-Parker (BP), incubadas a 35-37 °C durante 48 horas.

Salmonella spp foi determinada através de um pré-enriquecimento para recuperação das células injuriadas, passando pelo enriquecimento em caldos seletivos Rappaport-Vassiliadis (RV) e Tetrionato (TTB) e pelo plaqueamento seletivo diferencial em Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD).

Também foi realizada a análise de *E. coli* em Petrifilm™ EC (3M Company, St. Paul, Minnesota, EUA), seguindo as orientações do fabricante, inoculando alíquotas de 1,0 mL das diluições 10^{-1} e 10^{-2} .

4.5.2 Avaliação instrumental de textura

As análises de textura instrumental das pastas foram conduzidas decorridos os tempos de armazenamento, em temperatura ambiente e sob refrigeração, utilizando um texturômetro TA-XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Reino Unido) e uma sonda de 25 mm de diâmetro. O perfil de textura foi analisado através do teste de dupla penetração, a uma velocidade de penetração de 1 mm s^{-1} , profundidade de 10 mm, em um recipiente cilíndrico com diâmetro de 75 mm e uma quantidade de amostra de, aproximadamente, 40 g atingindo a altura de 2 mm do recipiente, segundo Kycia et al. (2006), com modificações.

Os dados foram coletados através do programa *Texture Expert Exceed 2.61* (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Reino Unido) e a resposta gerada foi um gráfico de Força (N) x Tempo (s). A partir da análise dos gráficos obtidos, determinaram-se os seguintes parâmetros (FOX et al., 2000; KAUR et al., 2009):

- firmeza: pico de força máxima durante o primeiro ciclo de compressão (primeira mordida);
- adesividade: força necessária para remoção do material que adere à boca durante a mastigação (área negativa do gráfico);
- coesividade: extensão necessária para que o material seja deformado antes que ocorra a ruptura de sua estrutura, depende das forças de ligação interna do produto.

4.5.3 Análise instrumental de cor

Para a análise de cor instrumental utilizou-se um colorímetro (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japão), o qual forneceu os parâmetros L^* para luminosidade, a^* para a cromaticidade entre as cores verde (-) e vermelha (+) e b^* entre as cores azul (-) e amarela (+). Também foram calculados os parâmetros C^* (Chroma), h (ângulo de hue) e ΔE^* (diferença total de cor) segundo as Equações 3, 4 e 5:

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

$$h = \arctan (b^* / a^*) \quad (3)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas, no mínimo em triplicata ($n=3$) e os resultados expressos como média e desvio padrão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias de Tukey, sendo utilizado como critério mínimo o nível de significância de 5 % ($p<0,05$). Este tratamento estatístico foi realizado utilizando o *software* Assistat 7.7 beta.

Também foram determinados os coeficientes de correlação de *Pearson*, quando necessário. Para este, foi utilizado o *software* Sigma Stat 3.5 no cálculo estatístico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontrados na literatura trabalhos sobre a formulação de pastas de broto de bambu para qualquer espécie de bambu, bem como sobre a caracterização das mesmas. Todas as formulações testadas e estudadas são provenientes da espécie *Dendrocalamus asper*.

5.1 OBTENÇÃO DAS PASTAS

Foram definidas duas formulações e realizados os testes para estabelecer a quantidade de cada ingrediente, sendo elas: ervas finas e *wasabi* (raiz forte). A fim de preservar os dados referentes ao pedido de privilégio de invenção, informações de formulação não serão divulgadas.

Devido à quantidade limitada de amostras e o rendimento da porção comestível de, aproximadamente, 35 % em relação a massa total do broto foi definido que as análises seguiriam somente com a formulação de ervas finas, pelo sabor mais conhecido pela população.

Os ensaios com as pastas foram viabilizados apenas a partir da certeza da descontaminação por HCN da matéria prima através do pré-processamento adequado.

5.2 GLICOSÍDEOS CIANOGENICOS

Um pré-processamento correto e a certeza de que as amostras foram completamente descontaminadas são de suma importância para o consumo do broto de bambu por seres humanos.

O início deste trabalho focou em metodologias para análise dos compostos cianogênicos das amostras, contando com inúmeros processos de extração, identificação e quantificação dos mesmos (EGAN et al., 1998; TATSUMA et al., 2000; GANJEWALA et al., 2010; DIALLO et al., 2014).

A partir da seleção das metodologias de Tsuge et al. (2001) e Drochioiu (2002) para extração e quantificação, respectivamente, iniciaram-se os testes práticos. A implementação contou com a aquisição de reagentes com controle federal e padrões. As cápsulas de extração específica foram importadas e os testes ficaram limitados a poucas amostras que foram obtidas do final da época de brotação, em janeiro de 2015.

Após estabelecidas e implementadas as metodologias, foram realizadas novas coletas, em fevereiro e março de 2015 para obter as amostras deste estudo. O pré-processamento seguiu a metodologia de Ferreira et al. (1992), a qual consistiu em cozimento intermitente em temperatura de ebulição. Como as concentrações de glicosídeos cianogênicos estão presentes em quantidades diversas em diferentes espécies de um mesmo vegetal e até de mesma espécie, porém de locais ou climas diferentes (VETTER, 2000), foi realizada a análise quantitativa (Tabela 4).

Tabela 4 – Concentração de cianeto (CN) nos brotos de bambu (*Dendrocalamus asper*) no tempo zero (controle), após 30 e 60 minutos de cozimento.

Tempo (min)	CN ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
0	200,44 \pm 0,24
30	48,40 \pm 0,31
60	<LOD

LOD: Limite de detecção do equipamento

Através da análise do broto no tempo zero, pode-se verificar uma quantidade de 200,44 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de cianeto. Já no tempo de 30 minutos foi alcançada uma redução de 75 % da quantidade inicial de cianeto, porém, somente no tempo de 60 minutos que o valor foi menor do que o limite de detecção do equipamento.

Relacionando as legislações brasileiras que estabelecem limites para cianeto ou ácido cianídrico em alimentos, encontram-se a resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978) e a RDC nº 53 de 15 de junho de 2000 (BRASIL, 2000). A primeira indicava que este composto devia estar ausente em farinhas de mandioca. Já a segunda, preconizava um limite de 4 mg kg^{-1} em misturas a base de farelo de cereais.

Como se tratam de produtos diferentes, não há como realizar uma comparação, porém a não detecção do composto no limite do equipamento foi levado em consideração para seguir com as próximas etapas do desenvolvimento e caracterização da pasta.

Não há um método implementado para eliminação de cianeto em broto de bambu. A prática da colheita e preparo como um alimento ainda acontece artesanalmente e em pequena escala, sendo a conserva a

forma mais comum de preparo do broto do bambu. O pré-processamento adotado geralmente não é realizado por mais de 30 minutos, onde a água também não é trocada, o que aumenta as chances dos compostos cianogênicos estarem em maior concentração no produto final, o qual é comercializado sem o devido controle toxicológico.

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, é imprescindível que haja tanto uma padronização de método para eliminação de cianeto quanto para sua quantificação, visto as baixas quantidades que podem ser ingeridas. A quantidade de cianeto pode variar dependendo da matéria prima, local de cultivo, espécie, entre outros fatores, porém o pré-processamento deve ser realizado para garantir a segurança no seu consumo.

Autores reportam quantidades de cianeto variando de 800 a 1000 mg kg⁻¹ em brotos de bambu frescos (FERREIRA et al., 1992; HAQUE; BRADBURY, 2002). O valor inicial encontrado foi de 200,44 µg kg⁻¹ ou 0,2 mg kg⁻¹, abaixo do encontrado regularmente. Inúmeros fatores podem influenciar a variação deste composto, como clima, solo, idade do broto, índice pluviométrico da região, entre outros. Além disso, o conteúdo de cianeto tende a diminuir substancialmente após a colheita (SATYA et al., 2010), e esse fato, aliado ao congelamento das amostras, pode ter relação com o menor valor encontrado.

É sugerido que outros trabalhos sejam realizados, com análises de cianeto em brotos recém colhidos e em outras espécies, para obtenção de informações mais abrangentes e seguras quanto ao teor e eliminação de cianeto.

5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Pela limitação da obtenção da matéria prima para formulação das pastas, a composição centesimal foi avaliada somente do controle (broto de bambu após o pré-processamento), da pasta após a adição dos ingredientes e esterilização que corresponde ao tempo zero (t0) e após cinco meses de armazenamento (t5). Os resultados foram analisados e comparados entre si e com dados da literatura, embora só existam trabalhos que analisaram o broto de bambu cru e outros produtos utilizando essa matéria prima, porém nenhum deles estudou a pasta, conforme este trabalho.

As amostras de um mesmo broto de bambu podem apresentar valores distintos, por isso foi realizado um “pool” de todas as suas partes

(base, região medial e ápice) e processada a pasta. Além disso, pela pasta possuir ingredientes diversos, os resultados das análises (Tabela 5) podem apresentar variações.

Na determinação de umidade, as amostras t0 e t5 não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$), tendo valores de $92,47 \pm 0,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $92,56 \pm 0,05 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, porém diferiram no mesmo nível de significância ($p < 0,05$) da amostra controle, a qual apresentou um valor de $96,21 \pm 0,06 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. O maior valor de umidade no controle é justificada neste caso, pois o processamento da pasta tem uma etapa de aquecimento em tacho encamisado aberto, o qual causa uma diminuição da quantidade de água por evaporação e resulta em menor umidade para as amostras t0 e t5. Já os valores menores que não sofreram alteração significativa correspondem ao comportamento de outras matérias primas em forma de pasta durante o armazenamento, reportado por Andrade et al. (1989), os quais também não sofreram alteração.

Os valores de umidade do broto de bambu não processado variaram entre 83,60 a 94,70 $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ em análises reportadas por diversos autores (CHONGTAM et al., 2011; RANA et al., 2011; SOOD et al., 2013). A amostra controle, tendo apresentado um valor de umidade de $96,21 \pm 0,06 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, encontra-se próximo deste intervalo, o qual comprova novamente a heterogeneidade das características dos brotos de bambu.

Tabela 5 – Composição centesimal da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após 5 meses de armazenamento (t5).

g 100g ⁻¹		Amostras		
		Controle	t0	t5
Umidade		96,21 ± 0,06 ^a	92,47 ± 0,04 ^b	92,56 ± 0,05 ^b
Cinzas		0,08 ± 0,01 ^c	1,03 ± 0,01 ^a	0,89 ± 0,01 ^b
Lipídeos		0,02 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,00 ^a	0,02 ± 0,00 ^a
Proteína		1,14 ± 0,04 ^c	2,82 ± 0,01 ^a	2,34 ± 0,02 ^b
Fibra Alimentar*	Solúvel	0,39 ± 0,16 ^a	0,84 ± 0,08 ^a	0,45 ± 0,13 ^a
	Insolúvel	2,12 ± 0,12 ^a	1,89 ± 0,25 ^{ab}	1,12 ± 0,25 ^b

Média ± Desvio Padrão (n=3)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Quanto ao teor de cinzas, todas as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) variando de $0,08 \pm 0,01$ g 100g⁻¹ a $1,03 \pm 0,01$ g 100g⁻¹ para o controle e t0, respectivamente. Autores reportam valores entre 0,61 e 1,31 g 100g⁻¹ para brotos crus (RANA et al., 2011; NONGDAM; TIKENDRA, 2014); porém, o controle obteve um valor menor, o que pode ser justificado pelo carreamento de compostos minerais pelo pré-processamento que ocorreu através de cocção (DAIUTO et al., 2015).

Os valores superiores de cinzas das amostras t0 e t5, $1,03 \pm 0,01$ g 100g⁻¹ e $0,89 \pm 0,01$ g 100g⁻¹, respectivamente, são superiores ao controle pela adição dos ingredientes presentes na formulação da pasta. Os dois diferiram entre si significativamente ($p < 0,05$) pela heterogeneidade da pasta, uma vez que possui componentes macroscópicos e que podem interferir e gerar variações nos valores no momento da coleta para análise, apesar dos ensaios em triplicata.

O teor de lipídeos foi de $0,02 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para todas as amostras. Na literatura são reportados casos excepcionais de valores como $3,54 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, porém geralmente variam entre $0,10$ e $1,00 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ na matéria prima não processada (SATYA et al., 2010). Os valores encontrados estão abaixo dos apresentados pela literatura, o que pode ser atribuído às condições do pré-processamento e até à procedência da matéria prima.

Considerando o teor de lipídeos em outras pastas vegetais com valores de $8,30$ e $14,77 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (XAVIER et al., 2014) e $10,32$ e $6,70 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ (ALVARENGA et al., 2012), os resultados apresentados pela pasta de broto de bambu favorecem a comercialização de uma pasta com baixos teores de gordura, incentivando seu consumo como uma opção mais saudável uma vez que, apesar de formulada, não contribuiu para o aumento do teor de gordura do broto de bambu.

Quanto aos teores de proteínas, a amostra controle apresentou um valor de $1,14 \pm 0,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e as amostras t0 e t5 valores de $2,82 \pm 0,01$ e $2,34 \pm 0,02 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, e todas apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). Nongdam e Tikendra (2014) reportaram valores que variavam de $0,60$ a $3,69 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em brotos não processados, situando a amostra controle dentro desta faixa. Um valor menor pode ter sido ocasionado pelo carreamento de algumas proteínas solúveis na etapa de pré-processamento. Também houve a reincorporação de proteínas pela adição de novos ingredientes para a formulação da pasta, o que explicaria um aumento nas amostras t0 e t5.

Houve uma diferença significativa ($p < 0,05$) na quantidade de proteínas das amostras t0 e t5, sendo que a primeira apresentou o maior valor. Este fato pode ser explicado também pela heterogeneidade da pasta.

Quanto as fibras alimentares, a fração fibra insolúvel foi superior a solúvel. Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) dos teores de fibras solúveis, porém a amostra controle ($2,12 \pm 0,12 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) apresentou diferença ($p < 0,05$) da amostra t5 ($1,12 \pm 0,25 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) quanto ao teor de fibras insolúveis. Após o processamento, o conteúdo de fibras não sofreu alteração significativa, o qual também não foi influenciado pela adição dos ingredientes.

Autores reportam o mesmo comportamento para brotos que passaram por diversos tratamentos térmicos (ZHANG et al., 2011). Singh et al. (2011a; 2011b) reportam valores de 2 a $3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de fibras

totais em brotos de bambu fermentados, consistente com o teor avaliado do controle. Outros autores encontraram teores acima de $3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de fibras insolúveis, a qual pode depender dos fatores regionais, climáticos e de espécie (NAKATSU et al., 2012). O teor de fibras na amostra t5 apresentou um decréscimo, quando comparado com o controle. Isto pode ter ocorrido devido a presença de outros ingredientes na pasta, o que causou esta disparidade no momento da análise, além da conversão de fibras insolúveis em solúveis, durante o armazenamento.

Os brotos de bambu são caracterizados pela presença de minerais importantes nutricionalmente. A Tabela 6 ilustra os resultados da análise de minerais das amostras controle, t0 e t5. Os valores para sódio, potássio e fósforo apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras. O ferro não apresentou diferenças entre os tratamentos, no mesmo nível de significância. O magnésio não diferiu entre o controle e t0, o cálcio não diferiu entre controle e t5. O teor de zinco o valor só não diferiu comparando o controle e t0 e o controle e t5, porém diferiu entre os tempos de armazenamento t0 e t5.

Os valores obtidos para os minerais condizem com os resultados da análise de cinzas, uma vez que a amostra controle foi a que obteve os menores valores e a amostra t0 os maiores. No caso do potássio, a amostra t5 obteve valor ligeiramente superior a t0, porém outros autores também se depararam com tal comportamento ao longo de 7 meses de armazenamento (PINHEIRO et al., 2009). Assim como nas cinzas, o controle obteve menor valor por estar sem os ingredientes da formulação da pasta que agregam minerais.

O sódio foi o mineral que apresentou o maior valor, sendo $335,87 \pm 2,55 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ na amostra t0, $287,70 \pm 0,10$ e $23,70 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ nas amostras t5 e controle, respectivamente. O cálcio foi o segundo mineral com o maior teor, com $36,06 \pm 2,72 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ na amostra t0 e $12,12 \pm 0,86$ e $14,51 \pm 0,37 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ nas amostras controle e t5, respectivamente. Em seguida o potássio, com $25,23 \pm 1,07 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ na amostra t5, $19,50 \pm 0,10 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ na amostra t0 e $2,60 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ no controle. Os valores de magnésio ficaram entre 2,70 e 3,54 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e de ferro, fósforo e zinco situaram-se abaixo de $1,00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$.

O aumento no teor de sódio na amostra t0 é representado pela adição dos ingredientes da formulação da pasta. O VDR (Valor Diário de Referência) para este mineral é de 2400 mg (BRASIL, 2005), ou seja, 100g da pasta conteriam 14 % do VDR, valor não significativo quando

comparado a outras pastas vegetais que possuem 9.300 mg e 10.000 mg 100g^{-1} (AHMED; SHIVHARE, 2001; PINEDO et al., 2001). O consumo da pasta, em geral, não ocorrerá na forma pura, mas em revestimento de pães, canapés e acompanhamentos, o que significa que o consumo de 100 g, que corresponde a mais de três potes da pasta, não corresponde à realidade para o consumo deste tipo de produto.

Ao se comparar valores de minerais de brotos de bambu na literatura, observa-se que há uma grande disparidade, pois dependem da região e solo em que o bambu foi cultivado, tornando inviável estabelecer um parâmetro para a quantidade dos mesmos. Porém, fazendo uma comparação com o controle, tem-se que o sódio apresentou valores superiores aos reportados, que variavam de 6,13 a 10,14 mg 100g^{-1} . O cálcio e o zinco situaram-se dentro das faixas de 5,51 a 17,44 e 0,30 a 1,30 mg 100g^{-1} , respectivamente. O valor de ferro estava muito próximo da faixa de 0,65 a 3,37 mg 100g^{-1} e o magnésio ligeiramente abaixo dos valores de 5,38 a 10,14 mg 100g^{-1} , comparando com a literatura. Os teores de potássio e fósforo foram os únicos que ficaram abaixo das faixas de 464 a 512 e 29,08 a 68,16 mg 100g^{-1} (CHONGTAM et al., 2011; RANA et al., 2011; NONGDAM; TIKENDRA, 2014).

Awol (2015) estudou os nutrientes, minerais e constituintes bioativos de brotos de bambu e encontrou teores de 19,16; 6.324,10; 60,45; 13,59; 390,00 e 9,97 mg 100g^{-1} para sódio, potássio, cálcio, ferro, magnésio e zinco, respectivamente. Com exceção do sódio, todas as amostras obtiveram teores de minerais menores comparativamente a este estudo, porém não houve distinção de espécies, ou seja, inúmeros fatores podem ter influenciado na quantificação destes minerais.

Tabela 6 – Minerais avaliados na pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após 5 meses de armazenamento (t5).

mg 100g ⁻¹	Amostras		
	Controle	t0	t5
Sódio	23,70 ± 0,00 ^c	335,87 ± 2,55 ^a	287,70 ± 0,10 ^b
Potássio	2,60 ± 0,00 ^c	19,50 ± 0,10 ^b	25,23 ± 1,07 ^a
Cálcio	14,51 ± 0,37 ^b	36,06 ± 2,72 ^a	12,12 ± 0,86 ^b
Ferro	0,61 ± 0,18 ^a	0,94 ± 0,23 ^a	0,78 ± 0,05 ^a
Fósforo	0,09 ± 0,01 ^c	0,31 ± 0,03 ^a	0,22 ± 0,02 ^b
Magnésio	3,54 ± 0,19 ^a	3,50 ± 0,11 ^a	2,70 ± 0,03 ^b
Zinco	0,44 ± 0,03 ^{ab}	0,51 ± 0,05 ^a	0,39 ± 0,05 ^b

Média ± Desvio Padrão (n=3)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

5.4 PH

Durante o processamento e armazenamento, um produto é exposto a diversos fatores que podem interferir na sua estrutura e composição nutricional, sendo o pH um importante parâmetro físico-químico na avaliação destas alterações.

Com as etapas de pré-processamento, realizadas para eliminação de cianeto, e esterilização, os riscos de alterações no pH foram minimizados, mediante a inativação de enzimas e micro-organismos. Pode-se obter esta confirmação observando os resultado de pH das amostras na Tabela 7.

A amostra controle apresentou um valor de pH de $6,21 \pm 0,01$, diferente significativamente ($p < 0,05$) de todas as outras amostras, as quais apresentaram valores de 3,63; 3,68; 3,68 e 3,64 para A, t0, t2, e t5, respectivamente. Observa-se que não houve mudança no valor do pH após a esterilização, o que demonstra a estabilidade do produto.

5.5 ACIDEZ

A acidez é uma resposta tanto da composição da matéria prima e da formulação quanto da conservação dos alimentos. Os valores de acidez das amostras podem ser observados na Tabela 7. A acidez apresentada pelo controle foi de 0,02 mL de NaOH mol L⁻¹ 100g⁻¹ e com diferença significativa ($p < 0,05$) com as demais amostras. Sood et al. (2013) encontraram um valor de 0,28 mol L⁻¹ 100g⁻¹ para brotos crus, o que indica que a amostra já possui acidez muito baixa, isso pode ter resultado num valor próximo de zero no controle, provavelmente pela perda de ácidos no pré-processamento, através da cocção.

Após a formulação da pasta, ocorreu um aumento significativo da acidez para 9,53 mL de NaOH mol L⁻¹ 100g⁻¹, na amostra A, e diferenciando significativamente ($p < 0,05$) das demais.

A amostra t0 apresentou um ligeiro aumento na acidez, com 9,88 mL de NaOH mol L⁻¹ 100g⁻¹, após o processo de esterilização. Durante os primeiros dois meses de armazenamento, houve um queda no valor de acidez para 8,56 mL de NaOH mol L⁻¹ 100g⁻¹, o qual não diferenciou significativamente ($p \geq 0,05$) do último período de análise (t5), que apresentou 8,68 mL de NaOH mol L⁻¹ 100g⁻¹. Tal comportamento também foi observado por Famurewa et al. (2013) durante a estocagem de pasta de tomate.

5.6 AÇÚCARES REDUTORES

A presença de açúcares redutores (Tabela 7) tem grande importância e pode contribuir significativamente para as características do produto. Estes compostos participam ativamente no escurecimento através de reações de caramelização e *Maillard*, as quais seriam indesejáveis ao produto desenvolvido.

Segundo Kumbhare e Bhargava (2007) o teor de açúcares redutores em broto de bambu pode chegar a 1,14 g 100g⁻¹, porém decresce aproximadamente 90 % após cocção, a qual causa degradação de açúcares pelo calor. A amostra controle apresentou 0,07 g 100g⁻¹, o que atesta a diminuição pelo pré-processamento, além de ser estatisticamente diferente ($p < 0,05$) das demais.

A amostra t0 apresentou o maior teor de açúcares redutores, 2,55 ± 0,13 g 100g⁻¹. Este aumento é decorrente do processo de esterilização,

o qual eleva a concentração dos grupos redutores pela hidrólise dos carboidratos.

Comparando as amostras t0 e t2, e as t2 e t5, não foram constatadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$), enquanto que t0 e t5 se mostraram diferentes. Ocorreu um pequeno aumento na quantidade de açúcares redutores ao longo do armazenamento, o que pode ter sido pela hidrólise de oligo e polissacarídeos tanto do bambu quanto da formulação, durante os 5 meses de armazenamento, reação favorecida pelo pH baixo do meio (3,64 a 3,68).

Tabela 7 – Propriedades físico-químicas da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.

Amostras	pH	Acidez (mL de NaOH mol L ⁻¹ 100g ⁻¹)	Açúcares reduzidos (g 100g ⁻¹)
Controle	6,21 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,00 ^d	0,07 ± 0,00 ^c
A	3,63 ± 0,01 ^b	9,53 ± 0,00 ^b	0,40 ± 0,00 ^c
t0	3,68 ± 0,01 ^b	9,88 ± 0,12 ^a	2,55 ± 0,13 ^a
t2	3,68 ± 0,03 ^b	8,56 ± 0,01 ^c	2,75 ± 0,03 ^{ab}
t5	3,64 ± 0,01 ^b	8,68 ± 0,11 ^c	3,07 ± 0,04 ^b

Média ± Desvio Padrão (n=3)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As características físico-químicas da pasta de broto de bambu desenvolvida indicam que, apesar do pH próximo à neutralidade apresentado pelo controle, houve uma grande contribuição da formulação proposta para a redução do pH abaixo de 4,5; o que representa reduzida faixa de risco para alimentos. Por outro lado, ocorreu uma relativa estabilização, tanto do pH quanto da acidez, durante a estocagem. Quanto aos açúcares redutores, as alterações na estocagem são significativas apenas ao final dos cinco meses, concorrendo para a estabilização, além de manter a faixa de açúcar redutor esperada para o derivado de broto de bambu, próxima ao encontrado na literatura para esta matéria prima.

5.7 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Os compostos fenólicos presentes em alguns vegetais apresentam função de pigmentos ou são produtos do metabolismo secundário, que podem agir como antioxidantes, dependendo da sua estrutura, e em virtude dos seus radicais intermediários estáveis, impedem a oxidação.

A amostra controle, que consiste no broto após o pré-processamento, apresentou um teor de $6,91 \pm 0,69 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de compostos fenólicos e foi significativamente diferente ($p < 0,05$) das demais (Tabela 8). Após a adição dos ingredientes e formulação da pasta, este valor aumentou para $11,20 \pm 0,24 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, evidenciando a presença de compostos fenólicos também nos ingredientes.

Após a esterilização (t0), novamente houve um aumento e a pasta apresentou um valor de $21,52 \pm 0,63 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. O mesmo pode ser atribuído à esterilização, o qual já foi reportado por Patras et. al. (2009) e explicado pelo fato do tratamento térmico alterar significativamente os compostos e funcionalidades físicas e bioquímicas de vegetais e ter um papel vital no comportamento não uniforme de fenóis submetidos a diferentes tratamentos (ZHANG; HAMAUZU, 2004). Uma das reações decorrentes de tratamento térmico é a reação de *Maillard*, e seus produtos geralmente mostram atividade antioxidante intensa (EICHNER, 1981; NICOLI et al., 1997a; NICOLI et al., 1997b).

Já as amostras t2 ($16,58 \pm 0,11 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e t5 ($17,05 \pm 0,94 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$), porém os valores foram menores do que a amostra t0, o que demonstra uma redução dos compostos fenólicos, visto a decomposição natural dos mesmos durante o armazenamento, por reações entre os demais compostos da formulação, principalmente, durante a estocagem.

Tabela 8 – Compostos fenólicos e capacidade antioxidante da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.

Amostras	Compostos fenólicos (g 100 g ⁻¹)	Capacidade antioxidante	
		DPPH EC ₅₀ (mg L ⁻¹)	FRAP (μ mol L ⁻¹ Trolox g ⁻¹)
Controle	6,91 ± 0,69 ^d	0,997 ± 0,003 ^a	41,79 ± 1,31 ^d
A	11,20 ± 0,24 ^c	0,938 ± 0,005 ^{bc}	70,89 ± 0,42 ^c
t0	21,52 ± 0,63 ^a	0,914 ± 0,019 ^c	105,24 ± 2,86 ^a
t2	16,58 ± 0,11 ^b	0,944 ± 0,002 ^{bc}	92,50 ± 1,31 ^b
t5	17,05 ± 0,94 ^b	0,960 ± 0,010 ^{ab}	76,73 ± 1,37 ^c

Média ± Desvio Padrão (n=3)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os valores de DPPH e FRAP, os quais medem o poder antioxidante das amostras, podem ser visualizados na Tabela 8. Os valores de EC₅₀ (concentração requerida para se obter 50% do efeito antioxidante), na análise de DPPH, correspondem a faixa encontrada por Waikhom et al. (2013), a qual varia de 0,110 a 1,830 mg L⁻¹. Quanto menores os valores de EC₅₀, maior é o poder antioxidante. As amostras apresentaram valores de 0,914 a 0,997 mg L⁻¹, sendo A, t0 e t2 apresentaram os maiores teores e se diferenciaram significativamente (p < 0,05) da amostra controle.

Quando comparados os resultados das análises de DPPH e de compostos fenólicos, pode ser observada uma correlação negativa, cujo grau da correlação linear de *Pearson* foi igual a -0,799. Sendo negativa, significa que à medida que os valores de DPPH diminuam, os valores de compostos fenólicos aumentavam. Como a correlação obteve um valor entre 0,7 e 0,9, a mesma é considerada forte (MULAKA, 2012) e sustenta o resultado das análises de poder antioxidante uma vez que, quanto menores os valores de EC₅₀, maior será o poder antioxidante, sendo que o contrário acontece com os compostos fenólicos.

Nos resultados da avaliação da atividade antioxidante por FRAP, a amostra que apresentou o maior poder antioxidante foi a t0,

diferenciando-se das demais significativamente ($p < 0,05$) com um valor de $105,24 \mu \text{ mol L}^{-1} \text{ Trolox g}^{-1}$. Foi observado um comportamento similar com a concentração de compostos fenólicos, a qual aumentou do controle para a formulação da pasta (A) e progressivamente para a pasta esterilizada (t_0), tendo uma diminuição após dois (t_2) e cinco (t_5) meses de armazenamento. Quando comparados os resultados das análises de FRAP e de compostos fenólicos, obtém-se uma correlação positiva, cujo grau da correlação linear de *Pearson* foi igual a 0,948. Um resultado positivo indica que os resultados se relacionam diretamente e, com um valor acima de 0,9, indica uma correlação muito forte (MULAKA, 2012) e prova que o teor de compostos fenólicos apresentou o mesmo comportamento para a avaliação das amostras que a análise de FRAP, indicando o poder antioxidante das mesmas.

Finalmente, comparando as análises de DPPH e FRAP, obtém-se uma correlação negativa, com o grau da correlação linear de *Pearson* igual a -0,911. Este valor sendo negativo, implica que os resultados são inversamente proporcionais, além disso demonstra uma correlação forte entre os resultados, comprovando a confiabilidade das análises para a avaliação da atividade antioxidante.

5.8 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Dentre as características físico-químicas da pasta de broto de bambu, o pH abaixo de 4,5 indica maior segurança microbiológica. Muitos produtos em conserva e com pH menor do que 4,5 recebem somente o tratamento térmico de pasteurização e foi considerada a possibilidade de realizar o mesmo para a pasta de broto de bambu. Apesar disso, a esterilização representa a ampliação da vida útil do produto, inclusive sem necessidade de refrigeração antes do mesmo ser aberto.

A fim de atestar a segurança de consumo do produto, foram realizadas análises microbiológicas, cujos resultados podem ser observados nas Tabelas 9 e 10. Segundo a RDC nº 12 de 2 de Janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), não há uma legislação específica para este produto, porém pode se enquadrar na categoria para produtos vegetais como conserva de vegetal, comercialmente estéril e estável a temperatura ambiente.

Tabela 9 – Microbiologia da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min.

Microbiologia	A	t0
<i>E. coli</i> (UFC g ⁻¹)	<10	<10
<i>S. aureus</i> (UFC g ⁻¹)	<100	<100
<i>Salmonella spp.</i> (25 g)	Ausência	Ausência
Psicrófilos (UFC g ⁻¹)	<10	<10

n=3

Foram realizadas determinações de *E. coli*, apresentando contagem < 10 UFC g⁻¹ tanto antes quanto após a esterilização. Na análise para *Salmonella spp.*, foi verificada ausência em 25 g de amostra. Os resultados indicam que a pasta de broto de bambu está apta para consumo humano. No entanto, foram realizadas as determinações de *S. aureus* e micro-organismos psicrófilos, para avaliar seu comprometimento durante a manipulação e na possibilidade de ser refrigerado após aberto. Ambas as análises obtiveram resultados <10 para a pasta antes e após a esterilização.

Com o objetivo de avaliar a estabilidade da pasta, foram realizadas as análises de mesófilos e bolores e leveduras, antes (A) e após (t0) a esterilização e com dois meses (t2) de armazenamento, os resultados se encontram na Tabela 10.

A pasta de broto de bambu apresentou um valor de $6,5 \times 10^1$ UFC g⁻¹ para micro-organismos mesófilos antes do processamento (A). Nos tempos t0 e t2 esse valor já não foi mais observado, tendo < 10 UFC g⁻¹. Quanto a bolores e leveduras, todas as amostras apresentaram < 10 UFC g⁻¹.

Ao segundo mês de armazenamento, foi realizada a análise de esporos termorresistentes, para verificar a presença de esporos que poderiam ter resistido ao processo de esterilização e desenvolvido ao longo de um armazenamento mais extenso. Foi verificada a ausência de esporos.

Tabela 10 – Microbiologia da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min e com dois meses (t2) de armazenamento, em temperatura ambiente.

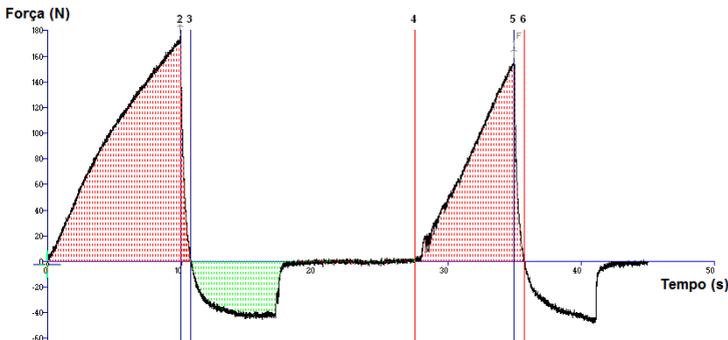
Microbiologia	A	t0	t2
Mesófilos (UFC g ⁻¹)	6,5x10	<10	<10
Bolores e Leveduras (UFC g ⁻¹)	<10	<10	<10
Esporos termorresistentes (esporos mL ⁻¹)			0

n=3

5.9 AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DE TEXTURA

A análise de textura instrumental produz resultados que podem ser correlacionados à percepção humana, permitindo a compreensão do significado dessas características na avaliação da qualidade sensorial da pasta de broto de bambu. O comportamento da mesma pode ser observado na Figura 11, a qual ilustra o gráfico do perfil de textura simulando a mastigação da pasta (SZCZESNIAK, 1975).

Figura 11 – Perfil de textura (força em Newton x tempo em segundos) gerado pelo analisador de textura TA-XTplus para o produto pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), após (t0) a esterilização a 121 °C por 15 min, em resfriamento.



Fonte: Acervo do autor.

A Tabela 11 ilustra os resultados dos parâmetros de textura obtidos para a pasta de broto de bambu antes (A) e após (t0) a esterilização e com dois meses (t2) de armazenamento. Além disso, as amostras também foram analisadas em duas temperaturas: ambiente e em refrigeração. Este teste foi realizado para testar o comportamento das pastas caso fossem levadas a geladeira após abertas para consumo.

O parâmetro firmeza aumentou após a esterilização e não sofreu alteração significativa ($p \geq 0,05$) após 2 meses de armazenamento, à temperatura ambiente. Já sob refrigeração, sofreu um aumento de 1,40 N (A) para 1,97 N (t0), sendo mais resistente à deformação, porém sofreu uma queda até 1,78 N (t2), todas as alterações apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Autores reportaram uma queda brusca na firmeza com tratamento térmico, a qual foi causada pela decomposição de substâncias como pectina, nas paredes celulares dos tecidos vegetais (ZHENG et al., 2013a), no baixo pH da pasta de 3,68.

A coesividade apresentou valores na faixa de 1,76 a 1,82, porém nenhuma amostra apresentou diferença significativa ($p \geq 0,05$), mesmo em temperaturas diferentes. Isso mostra que o produto apresenta-se coeso durante processamento e armazenamento, não ocorrendo o rearranjo das macromoléculas e expulsão da água.

Quanto à adesividade, a amostra A armazenada em temperatura ambiente sofreu queda de 2,59 até 1,73 N s, ao segundo mês de armazenamento, diminuindo a propriedade de aderir ao dente após a mastigação. O mesmo comportamento foi observado pela pasta refrigerada, na qual houve uma diminuição de 2,94 até 1,92 N s, com diferença significativa ($p < 0,05$).

Com a diminuição da temperatura, as fibras contidas na pasta tornaram-se mais rígidas, dando maior resistência à desintegração. Além disso, o tratamento térmico acarretou em efetiva retenção de água da formulação aos ingredientes, especialmente aos proteicos, o que concorre para a definição da textura da pasta. Estes resultados comprovam a contribuição dos ingredientes da formulação para a textura da pasta, diferentemente apenas da pasta pura de broto, a qual não teria a estabilidade requerida para o mercado.

Tabela 11 – Textura instrumental de pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) antes (A) e após (t0) esterilização a 121 °C por 15 min, com dois (t2) meses de armazenamento, analisados em temperatura ambiente (22 ± 1 °C) e refrigerados (4 ± 1 °C).

Textura	Amostras	Ambiente*	Refrigerado*
Firmeza (N)	A	1,39 ± 0,06 ^{aB}	1,40 ± 0,02 ^{aC}
	t0	1,69 ± 0,06 ^{bA}	1,97 ± 0,16 ^{aA}
	t2	1,62 ± 0,08 ^{bA}	1,78 ± 0,04 ^{aB}
Coesividade (adimensional)	A	1,76 ± 0,08 ^{aA}	1,74 ± 0,15 ^{aA}
	t0	1,76 ± 0,09 ^{aA}	1,77 ± 0,07 ^{aA}
	t2	1,82 ± 0,08 ^{aA}	1,82 ± 0,04 ^{aA}
Adesividade (N s)	A	2,59 ± 0,27 ^{aA}	2,94 ± 0,29 ^{aA}
	t0	2,12 ± 0,21 ^{bB}	2,47 ± 0,12 ^{aB}
	t2	1,73 ± 0,31 ^{aB}	1,92 ± 0,10 ^{aC}

Média ± Desvio Padrão (n=4)

Letras minúsculas comparam médias, na mesma linha, para o mesmo tempo nas diferentes temperaturas de armazenamento, e maiúsculas, na mesma coluna, entre as mesmas temperaturas de armazenamento para os diferentes tempos. Letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$), de acordo com o teste de Tukey.

*Temperatura: ambiente (23 ± 2 °C), refrigerado (4 ± 2 °C).

Pode-se observar que o parâmetro de coesividade não apresentou diferença significativa ($p \geq 0,05$), ao final de dois meses de armazenamento (t2), entre as amostras em temperatura ambiente e refrigeradas. Então não haveria uma preocupação em manter a pasta de broto de bambu em refrigeração, tendo a facilidade de armazená-la em temperatura ambiente sem mudanças na sua textura.

5.10 ANÁLISE INSTRUMENTAL DE COR

O broto de bambu apresenta tonalidade amarela clara e uma cor homogênea desde a base até o ápice. A intensificação da cor amarela é comum com processos térmicos, através das reações de caramelização e *Maillard*, e a análise de cor instrumental é uma forma de controlar tal parâmetro e garantir a qualidade da pasta de broto de bambu.

Na Tabela 12, observam-se os valores médios das coordenadas cromáticas L*. Pode-se visualizar uma diminuição do controle de 75,75 para 71,07 na pasta formulada e não esterilizada. A mesma não apresentou diferença significativa ($p \geq 0,05$) ao passar pela esterilização, porém sofreu outra diminuição no segundo e quinto mês de armazenamento. Valores menores indicam que houve o escurecimento da amostra, visto que 100 representa branco e 0, o preto.

Tabela 12 – Valor L* (luminosidade) e ΔE^* (diferença de cor) da pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*), broto após pré-processamento (controle), broto adicionado de ingredientes não esterilizado (A) e esterilizado a 121 °C por 15 min (t0) e após dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.

Amostras	L*	ΔE^*		
Controle	75,75 ^a	-	-	-
A	71,07 ^b	4,79 ¹	-	-
t0	71,10 ^b	5,70	4,21 ²	-
t2	69,36 ^c	7,05	4,23	1,78 ³
t5	68,96 ^c	7,95	5,42	2,35

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

¹ ΔE^* comparando com o controle

² ΔE^* comparando com amostra A

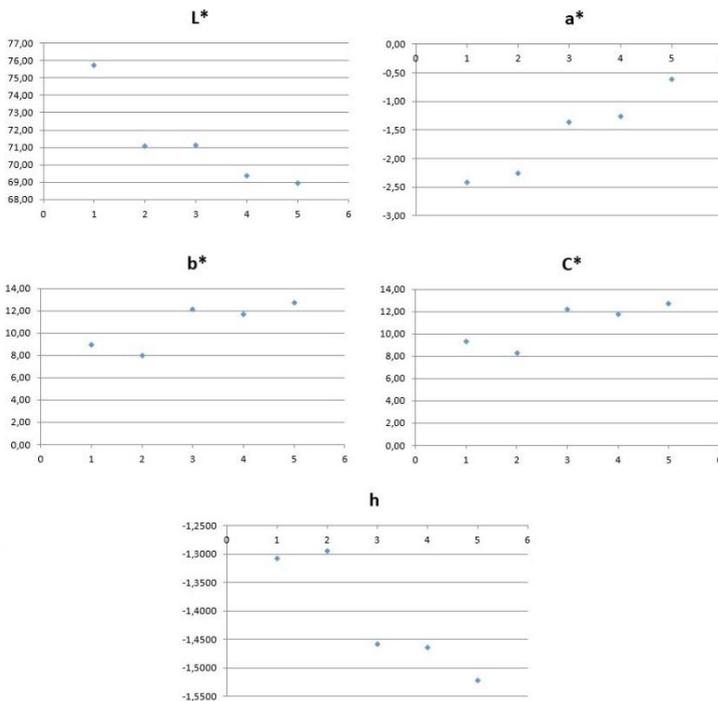
³ ΔE^* comparando com amostra t2

n=5

Pode ser observado que a diferença de cor possui valores maiores, quando comparando a amostra controle com as demais, chegando até ao valor de 7,95 de diferença com a amostra t5. Já a amostra esterilizada (t0) apresentou uma diferença de cor de 2,35 após 5 meses de armazenamento, sendo possível ser vistas a olho nu, por possuírem valor maior que 1 (MARTÍNEZ-CERVERA et al., 2011).

Zheng et al. (2013a) estudaram condições de branqueamento para brotos de bambu e observaram valores iniciais de L^* de 82,41 e sofreram queda até 62,81 após 15 min do processamento. Mesmo ao fim dos cinco meses de armazenamento (t5), a amostra ainda se apresentou mais clara com valor de 68,96. A Figura 12 ilustra as variações dos parâmetros de cor CIELAB.

Figura 12 – Variações dos parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , C^* e h entre controle, pasta de broto de bambu (*Dendrocalamus asper*) não esterilizada (A), esterilizada a 121 °C por 15 min (t0), com dois (t2) e cinco (t5) meses de armazenamento.



Fonte: Acervo do autor.

O padrão de escurecimento da amostra pode ser confirmado ao verificar o gráfico L^* . Já o parâmetro a^* mostra um aumento, durante o armazenamento, até se aproximar do 0, o que mostra uma tendência da amostra a cor vermelha, consequência da possível formação de compostos escuros por reações *Maillard* e caramelização durante o tratamento térmico.

O parâmetro b^* é positivo, porém baixo, o qual resulta em uma cor aproximada do amarelo e confirma a cor da pasta ao aumentar a intensidade com o armazenamento. Já o parâmetro C^* aumentou em relação a amostra não esterilizada, o que indica que a intensidade de cor aumentou, devido às reações de escurecimento na esterilização e durante o armazenamento. Pela diminuição do valor de hue (h) evidenciou a mudança de cor do amarelo para o vermelho, porém ligeiramente com um valor de -1,52.

Portanto, durante o processamento a pasta de broto de bambu tem um escurecimento após a formulação (A), porém se estabiliza durante a estocagem.

Durante a secagem de brotos de bambu, Bal et al. (2011) observaram valores iniciais de a^* de 0,86 e b^* 21,83, porém sofreram alterações até 8,88 e 14,21, respectivamente. Estes valores são próximos aos das amostras deste estudo, com pequenas variações.

6 CONCLUSÕES

A utilização de matérias primas pouco conhecidas para o país traz oportunidade para o desenvolvimento de novos produtos. O broto de bambu foi submetido ao pré-processamento adequado, com cozimento intermitente, o qual garantiu a ausência de cianeto no mesmo. A pasta elaborada sabor ervas finas apresentou características viáveis para um novo produto.

A estabilidade da acidez e o pH abaixo de 4,5, além da esterilização, garantiram a segurança do produto durante o armazenamento, apresentando ausência de micro-organismos durante os dois meses de estocagem estudados.

A pasta de broto de bambu apresentou baixo teor de gordura e manteve a presença de fibras solúveis e insolúveis, além de proteínas incorporadas a sua composição. Apresentou ainda um teor de minerais relativamente próximo aos da matéria prima, porém com uma quantidade maior de sódio. Apesar disso, é considerado baixo quando comparado a outros produtos vegetais em pasta.

A presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante, mesmo considerando um produto com alto teor de umidade, valorizam nutricionalmente o produto e incentivam o seu consumo.

As características de textura da pasta durante a estocagem indicam que a pasta de broto de bambu apresenta viabilidade técnica, visto que não sofre alterações significativas em temperatura ambiente ou sob refrigeração.

Durante o processamento e a estocagem, as mudanças de cor não alteraram consideravelmente as características típicas do broto, mantendo a cor amarela clara, apesar do leve escurecimento durante o tratamento térmico.

A pasta de broto de bambu apresenta-se como um produto apto para consumo e com propriedades que mostram novas possibilidades de aplicação e desenvolvimento de outros produtos a partir dessa matéria prima.

O pré-processamento adequado deve ser o ponto de partida para novos estudos, levando em consideração as variações em glicosídeos cianogênicos do broto de bambu, podendo ser adotado pela agroindústria e possibilitando produção em larga escala.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A finalização de um trabalho abre inúmeras discussões para novas pesquisas. Dessa forma, são sugestões para trabalhos futuros:

- avaliar os teores de glicosídeos cianogênicos de diferentes espécies brasileiras de bambu que fornecem brotos comestíveis;
- analisar outras espécies de broto de bambu para o desenvolvimento de pasta;
- desenvolver novas formulações de pastas de broto de bambu;
- avaliar a pasta do presente estudo, e as novas formuladas, através de análises sensoriais.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, S. -D.; SHAMSIPUR, M.; AKHOND, M.; SHARGI, H. Cyanide selective electrodes based on a porphyrinatoiron(III) chloride derivative. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 689, p. 63-68, 2013.
- AHMED, J.; RAMASWAMY, H. S. Physico-chemical properties of commercial date pastes (*Phoenix dactylifera*). **Journal of Food Engineering**, v. 76, n. 3, p. 348-352, 2006.
- AHMED, J.; SHIVHARE, U. S. Thermal kinetics of colour degradation and storage characteristics of onion paste. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 6, p. 380-383, 2001.
- ALVARENGA, N. B.; LIDON, F. J. C.; SILVA, A.; MARTINS, G.; CRUZ, T.; PALMA, V.; CANADA, J. Production and characterization of green and black olive paste using cream of animal and vegetable origins. **Emirates Journal of Food Agriculture**, v. 24, n. 1, p. 12-16, 2012.
- AOAC – **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th edition, Gaithersburg, M.D., USA, 2005.
- ANDRADE, J. S.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F.; SALES, M. G.; FIGUEIREDO, R. W. de. Estudo do processamento e estabilidade do creme de amêndoa da castanha de caju. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 11, n. 3, p. 47-53, 1989.
- ANTON, A. A.; LUCIANO, F. B. Instrumental evaluation of extruded snack foods: a review. **Ciencia y Tecnologia Alimentaria**, v. 5, n. 4, p. 245-251, 2007.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Rotulagem nutricional obrigatória – manual de orientação às indústrias de alimentos. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/5f53be80474583c58ee8de3fbc4c6735/manual_industria.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 13/01/2016.

AWOL, H. Nutrient, mineral and bioactive constituent evaluation of bamboo shoots grown in Masha area, south-west of Ethiopia. **American Scientific Research Journal for Engineering Technology and Sciences**, v. 7, n. 1, p. 15-25, 2015.

BADWAIK, L. S.; BORAH, P. K.; DEKA, S. C. Antimicrobial and enzymatic antibrowning film used as coating for bamboo shoots quality improvement. **Carbohydrate Polymers**, v. 103, p. 213-220, 2014.

BAL, L. M.; KAR, A.; SATYA, S.; NAIK, S. N. Kinetics of colour change of bamboo shoots slices during microwave drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 4, p. 827-833, 2011.

BANAVATH, H. N.; BHARDWAJ, N. K.; RAY, A. K. A comparative study of the effect of refining on charge of various pulps. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 6, p. 4544-4551, 2011.

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

BERGER-SCHUNN, A. **Practical color measurement**. Wiley Chichester: New York, 192 p., 1994.

BHARGAVA, A.; KUMBHARE, V.; SRIVASTAVA, A.; SAHAI, A. Bamboo parts and seeds for additional source of nutrition. **Journal Food Science Technology**, v. 33, n. 2, p. 145-146, 1996.

BHATT, B. P.; SINGHA, L. B.; SACHAN, M. S.; SINGH, K. Commercial edible bamboo species of North Eastern Himalayan region, India. Part II. Fermented, roasted and boiled bamboo shoots, **Journal of Bamboo and Rattan**, v. 17, n. 1, p. 13-31, 2005.

BILLMEYER, F. W. JR.; SALTZMAN, M. **Principles of Colour Technology**. 2^a Ed., New York: John Wiley & Sons, 304 p., 1981.

BO, X. **Studies on Nutrient and Chemical Components of Shoots of *Arundinaria oleosa***. Master thesis in Botany. Nanjing Forestry University. 2006.

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

BRASIL. ANVISA - **Resolução CNNPN nº 12 de 1978**. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78_farinhas.htm>. Acesso em: 17/03/15.

BRASIL. ANVISA - **Resolução RDC nº 53, de 15 de junho de 2000**. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis>> Acesso em: 17/03/15.

BRASIL. ANVISA - **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 02/09/15.

BRASIL. ANVISA - **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 17/03/15.

BRIMER, L.; CHRISTENSEN, S. B.; MOLGAARD, P.; NARTEY, F. Determination of cyanogenic compounds by thin-layer chromatography. 1. A densitometric method for quantification of cyanogenic glycosides, employing enzyme preparations (β -glucuronidase) from *Helix pomatia* and picrate-impregnated ion-exchange sheets. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 31, n. 4, p. 789-793, 1983.

BRIMER, L.; DALGAARD, L. Cyanogenic glycosides and cyanohydrins in plant tissues. Qualitative and quantitative determination by enzymatic post-column cleavage and electrochemical detection, after separation by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 303, n. 1, p. 77-88, 1984.

BRIMER, L. Determination of cyanide and Cyanogenic compounds in biological systems. **Ciba Foundation Symposium**, v. 140, p. 177-200, 1988.

BURKILL, I. H. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. **Crown Agents for the Colonies**, London, England, p. 129–130, 1935.

CALDERÓN, A. I.; TERREAUX, C.; GUPTA, M. P.; HOSTETTMANN, K.; SCHENK, K. J. Taxiphyllin from *Henriettella fascicularis*. **Acta Crystallographica Section C**, v. 59, p. 174-176, 2003.

CARBONELL-BARRACHINA, A. A.; ZARAGOZA, M. P.; LARIO, Y.; ARACIL, P.; BURLÓ, F. Development of a high sensory quality garlic paste. *Journal of Food Science*, v. 68, n. 7, p. 2351-2355, 2003.

CHAKRABORTY, K. S. **Entrepreneurship and Small Business Development: with Special Reference to Tripura**. Mittal Publications, New Delhi, India, 2006.

CHEN, X.; ZHANG, X.; ZHANG, Y. BOOH, T.; HE, X. Changes of carbon stocks in bamboo stands in China during 100 years. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 7, p. 1489-1496, 2009.

CHEN, H.; LING, J.; WU, F.; ZHANG, L.; SUN, Z.; YANG, H. Effect of hypobaric storage on flesh lignification, active oxygen metabolism and related enzyme activities in bamboo shoots. **LWT – Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 190-195, 2013.

CHO, H. -J.; DO, B. -K.; SHIM, S. -M.; KWON, H.; LEE, D. -H.; NAH, A. -H.; CHOI, Y. -J.; LEE, S. -Y. Determination of cyanogenic compounds in edible plants by ion chromatography. **Toxicology Research**, v. 29, n. 2, p. 143-147, 2013.

CHONGTAM, N.; BISHT, M. S.; HAORONGBAM, S. Nutritional properties of bamboo shoots: potential and prospects for utilization as a health food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 3, p. 153-168, 2011.

CHOU DHURY, D.; SAHU, J. K.; SHARMA, G. D. **Bamboo shoot processing food security and nutrition**. In: Proceedings of the two-days National Seminar on Sustainable Livelihood Development through Fruits and Vegetable Processing in the North Eastern India, p. 81–86, 2010.

CHOU DHURY, D.; SAHU, J. K.; SHARMA, G. D. Moisture sorption isotherms, heat of sorption and properties of sorbed water of raw bamboo (*Dendrocalamus longispatus*) shoots. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 1, p. 211-216, 2011.

CHOU DHURY, D.; SAHU, J. K.; SHARMA, G. D. Bamboo shoot: microbiology, biochemistry and technology of fermentation – a review. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 11, n. 2, p. 242-249, 2012.

COLLINS, R.; KEILAR, S. The Australian Bamboo Shoot Industry, a supply chain approach. **Rural industries research & development corporations**, RIRDC, Jan, 2005.

CURTIS, A. J.; GRAYLESS, C. C.; FALL, R. Simultaneous determination of cyanide and carbonyls in cyanogenic plants by gas chromatography-electron capture/photoionization detection. **Analyst**, v. 127, n. 11, p. 1446-1449, 2002.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; PIGOLI, D. R.; CARVALHO, L. R. de. Estabilidade de minerais em hortaliças submetidas a diferentes métodos de cozimento. **Nativa**, v. 3, n. 2, p. 102-108, 2015.

DE PENNA, E. W.; ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA, M. A. A. P. da. **Metodos Sensoriales y sus Aplicaciones**. **Avances em Analisis Sensorial**. CYTED. São Paulo, p. 13-22, 1999.

DIALLO, Y.; GUEYE, M. T.; NDIAYE, C.; SAKHO, M.; KANE, A.; BARTHELEMY, J. P.; LOGNAY, G. A new method for determination of cyanide ions and their quantification in some Senegalese cassava varieties. **American Journal of Analytical Chemistry**, v. 5, p. 181-187, 2014.

DONGWEI, Y.; HONGWEI, T.; YINGJUN, R. A future bamboo-structure residential building prototype in China: life cycle assessment of energy use and carbon emission. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 10, p. 2638-2646, 2011.

DROCHIOIU, G. Fast and highly selective determination of cyanide with 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione. **Talanta**, v. 56, n. 6, p. 1163-1165, 2002.

DROCHIOIU, G.; MANGALAGIU, I.; AVRAM, E.; POPA, K.; DIRTU, A. C.; DRUTA, I. Cyanide reaction with ninhydrin: elucidation of reaction and interference mechanisms. **Analytical Sciences**, v. 20, n. 10, p. 1443-1447, 2004.

DUBOK, C.; CHO, K.-A.; MYUNG-SUN, N.A.; CHOI, H.-S.;- KIM, YEON-OK; LIM, DONG-HOON; CHO, SEUNG JOO; CHO, HOON. Effect of bamboo oil on antioxidative activity and nitrite scavenging activity. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v.14, n. 6, 765-770, 2008.

EGAN, S. V.; YEOH, H. H.; BRADBURY, J. H. Simple picrate paper kit for determination of the cyanogenic potential of cassava flour. **Journal of Food Science and Agriculture**, v. 76, p. 39-48, 1998.

EICHNER, K. **Antioxidant effect of Maillard reaction intermediates**. Autoxidation in Food and Biological Systems, Springer, US, p. 367-385, 1980.

FAMUREWA, J. A. V.; IBIDAPO, P. O.; OLAIFA, Y. Storage stability of tomato paste package in plastic bottle and polythene stored in ambient temperature. **International Journal of Applied Science and Technology**, v. 3, n. 6, p. 34-42, 2013.

FAO. **World bamboo resources: a thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005**.

LOBOVIKOV, M.; PAUDEL, S.; PIAZZA, M.; REN, H.; WU, J. Non-wood Forest Products # 18. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2007.

FERREIRA, V. L. P.; YOTSUYANAGI, K.; NETO, R. O. T.; VITALI, A. A.; CARVALHO, C. R. L. Elimination of cyanogenic compounds of bamboo shoots *Dendrocalamus giganteus* Munro by different processes. **Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 32, n. 2, p. 175-184, 1992.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C. de V.; SILVA, M. A. A. P. da; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Manual: série qualidade**. Campinas, SBCTA, 127 p., 2000.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. **Food Colorimetry: Theory and Applications**. Westport: AVI Publishing Co., 477p, 1975.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg: Aspen, p. 587, 2000.

FSANZ. **Food Standards Australia New Zealand**. Technical Report Series, n. 28, 2004.

GANJEWALA, D.; KUMAR, S.; DEVI, A. S.; AMBIKA, K. Advances in cyanogenic glycosides biosynthesis and analyses in plants: A review. **Acta Biologica Szegediensis**, v. 54, n. 1, p. 1-14, 2010.

GONZÁLEZ, D.; SANTOS, V.; PARAJÓ, J. C. Manufacture of fibrous reinforcements for biocomposites and hemicellulosic oligomers from bamboo. **Chemical Engineering Journal**, v. 167, n. 1, p. 278-287, 2011.

HA, V. **Growth and quality of indigenous bamboo species in the mountainous regions of Northern Vietnam**. Doctor thesis in Forestry, University of Georg-August Göttingen, 2010.

HAQUE, M. R.; BRADBURY, J. H. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v. 77, n. 1, p. 107-114, 2002.

HEIMDAL, H.; KUHN, B. F.; POLL, L.; LARSEN, L. M. Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA-packed iceberg lettuce. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 6, 1995.

HOSEL, W.; NAHRSTEDT, A. In vitro biosynthesis of the cyanogenic glucoside taxiphyllin in *Triglochin maritima*. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 203, n. 2, p. 753-757, 1980.

HUNTER, I.; YOUNG, F. Cyanide in Bamboo Shoots. **INBAR – International Network for Bamboo and Rattan – Working Papers**, p. 7, 2002.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3 ed. São Paulo: IMESP, p. 32-33, 1985.

JECFA. **The Joint FAO/WHO Organization Expert Committee on Food Additives**. Evaluations of Food Contaminant – Naturally occurring toxicant, Report TRS 966/JECFA 74/65, 2011.

JIANGHUA, X.; QINGPING, Y. Bamboo shoot plantation. Transfer of technology model (TOTEM), **Research of Institute of Subtropical Forestry**, Chinese Academy of Forestry, China, 2001.

KAKIOUMENOU, K.; TASSOU, C.; NYCHAS, G. Microbiological, physicochemical and organoleptic changes of shredded carrots stored under modified storage. **International Journal of Food Science Technology**, v. 31, n. 4, p. 359-366, 1996.

KAUR, H.; MISHRA, H. N.; KUMAR, P. Textural properties of mango soy fortified probiotic yoghurt: optimization of inoculum level of yoghurt and probiotic culture. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 2, p. 415-424, 2009.

KEUSGEN, M.; KLOCK, J. P.; KNOBBE, D. -T.; JÜNGER, M.; KREST, I.; GOLDBACH, M.; KLEIN, W.; SCHÖNING, M. J. Direct determination of cyanides by potentiometric biosensors. **Sensor and Actuators B: Chemical**, v. 103, n. 1-2, p. 380-385, 2004.

KHUMBARE, V.; BHARGAVA, A. Effect of processing on nutritional value of central Indian bamboo shoots. **Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 29-31, 2007.

KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Aspects of bamboo agronomy. **Advances in Agronomy**, v. 74, p. 99-145, 2001.

KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Improved management practices for culinary bamboo shoots. **Rural Industries Research & Development Corporations**, RIRDC, May, 2002.

KLUYVER, A. J.; ZIJP, J. C. M. V. The production of homogentisic acid out of phenylacetic acid by *Aspergillus niger*. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 17, n. 1, p. 315-324, 1951.

KRAMER, A.; SZCZESNIAK, A. S. **Texture Measurements of Foods – Physicochemical fundamentals; Sensory, Mechanical, and Chemical Procedures, and their Interrelationships**. D. Reidel, Dordrecht/Boston, 1973.

KYCIA, K.; PLUTA, A.; ZMARLICKI, S. Physicochemical and textural properties of processed cheese spreads made with addition of cheese base obtained from UF milk retentates. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 15, n. 56, p. 113-118, 2006.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob enfoque da decisão *fuzzy*. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 145-157, 1999.

LIESE, W. **The Anatomy of Bamboo Culms**. Technical Report, International Network for Bamboo and Rattan, 1998.

LIESE, W. Advances in Bamboo Research, **Journal of Nanjing Forestry University**, v. 25, n. 4, p. 1-6, 2001.

LIMA, J. R.; BRUNO, L. M.; Estabilidade de pasta de amêndoa de castanha de caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 816-822, 2007.

LIU, M.; QIAO, G.; JIANG, J.; YANG, H.; XIE, L.; XIE, J.; ZHUO, R. Transcriptome Sequencing and *De Novo* Analysis for Ma Bamboo (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) Using the Illumina Platform. **Pls One**, v. 7, n. 10, p. 1-11, 2012.

LOBOVIKOV, M.; PAUDEL, S.; PIAZZA, M.; REN, H.; WU, J. **World bamboo resources – A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007.

LUO, Z.; FENG, S.; PANG, J.; MAO, L.; SHOU, H.; XIE, J. Effect of heat treatment on lignification of postharvest bamboo shoots (*Phyllostachys praecox* f. *prevernalis*.). **Food Chemistry**, v. 135, n. 4, p. 2182-2187, 2012.

MARTINAZZO, A. P. Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C.). **Tese de Doutorado**, Viçosa, Minas Gerais, 156 p., 2006.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in Food: Improving Quality**, New York: CRC Press, 366 p., 2002.

MARTINAZZO, A. P.; CORREA, P. C.; MELO, E. C.; CARNEIRO, A. P. S. Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) stapf durante o armazenamento em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 2, p. 121-140, 2008.

MARTÍNEZ-CERVERA, S.; SALVADOR, A.; MUGUERZA, B.; MOULAY, L.; FISZMAN, S. M. Cocoa fiber and its application as a fat replacer in chocolate muffins. **Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 729-736, 2011.

MASKAN, M. Kinetics of colour change of kiwi fruits during hot air and microwave drying. **Journal of Food Engineering**, v. 48, n. 2, p. 169-175, 2001.

MAZUMDAR, B. C.; MAJUMDER, K. Methods on Analysis of Fruits. University Delhi, Vol. IV, p. 297. **College of Agriculture**, Calcutta University, p. 108-109, 2003.

MIDDLETON, E. J.; KANDASWAMI, C.; THEOHARIDES, T. C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. **Pharmacological Reviews**, v. 52, p. 673-751, 2000.

MIHAESCU, I. M.; DROCHIOIU, G. Cyanide reaction with ninhydrin: the effect of pH changes and UV-VIS radiation upon the analytical results. **Revue Roumaine de Chimie**, v. 54, n. 10, p. 841-845, 2009.

MILLER, G. L. Use of a dinitrosalicylic acid reagent for determinations of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MULAKA, M. M. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012.

NAKATSU, S.; KOHYAMA, K.; WATANABE, Y.; SHIBATA, K.; SAKAMOTO, K.; SHIMODA, M. Mechanical properties of softened foodstuffs processed by freeze-thaw infusion of macerating enzyme. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, p. 267-276, 2012.

NGAMRIABSAKUL, C.; KOMMEN, H. The Preliminary Detection of Cyanogenic Glycosides in Pra (*Elateriospermimtapos* Blume) by HPLC. **Walailak Journal of Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 141-147, 2009.

NICOLI, M. C.; ANESE, M.; MANZOCCO, L. LERICI, C. R. Antioxidant properties of coffee brews in relations to the roasting degree. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 292-297, 1997a.

NICOLI, M. C.; ANESE, M.; PARPINEL, M. T.; FRANCESCHI, S.; LERICI, C. R. Study on loss and/or formation of antioxidants during processing and storage. **Cancer Letters**, v. 114, n. 1-2, p. 71-74, 1997b.

NIRMALA, C.; SHARMA, M.L.; DAVID, E. A comparative study of nutrient components of freshly harvested, fermented and canned bamboo shoots of *Dendrocalamus giganteus* Munro. **The Journal of the American Bamboo Society**, v. 21, n. 1, p. 41-47, 2008.

NONGDAM, P.; TIKENDRA, L. The Nutritional Facts of Bamboo Shoots and Their Usage as Important Traditional Foods of Northeast India. **International Scholarly Research Notices**, v. 2014, n. 1, p. 1-17, 2014.

OHRNBERGER, D. **The bamboos of the world: Annotated Nomenclature and Literature of the Species and the Higher and Lower Taxa**. Elsevier, New York, 1999.

PANDEY, A. K.; OJHA, V. Standardization of harvesting age of bamboo shoots with respect to nutritional and anti-nutritional components. **Journal of Forestry Research**, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2013.

PARK, E. -J.; JHON, D. -Y. Effects of bamboo shoot consumption on lipid profiles and bowel function in healthy young women. **Nutrition**, v. 25, n. 7-8, p. 723-728, 2009.

PARK, E.-J., JHON, D.-Y. The antioxidant, angiotensin converting enzyme inhibition activity, and phenolic compounds of bamboo shoot extracts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 655-659, 2010.

PATRAS, A.; TIWARE, B. K.; BRUNTON, N. P.; BUTLER, F. Modelling the effect of different sterilization treatments on antioxidant activity and colour of carrot slices during storage. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 484-491, 2009.

PEREZ, M. R.; ZHONG, M. G.; BELCHER, B.; XIE, C.; FU, M. Y.; XIE, J. Z. The role of bamboo plantations in rural development: the case of Anji country, Chejiang, China. **World Development**, v. 27, p. 101-114, 1999.

PINEDO, A. A.; MACIEL, V. B. V.; CARVALHO, K. M.; COELHO, A. F. S.; ZUÑIGA, A. D. G.; ARÉVALO, Z. D. de S.; ALVIM, T. da C. Processamento e estudo da estabilidade da pasta de pequi (*Caryocar brasiliense*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 664-668, 2010.

PINHEIRO, E. S.; COSTA, J. M. C. da; CLEMENTE, E.; MACHADO, P. H. S.; MAIA, G. A. Estabilidade físico-química e mineral do suco de uva obtido por extração a vapor. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 3, p. 373-380, 2009.

RANA, B.; AWASTHI, P.; KUMBHAR, B. K. Study on physico-chemical, functional, characteristics and nutritional composition of bamboo shoot powder. **Pantnagar Journal of Research**, v. 9, n. 2, 302-307, 2011.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 1ª Ed. São Paulo: Edgar Bluncher LTDA, 2004.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, n. 2, p. 270-276, 1998.

SANTOS, J. G.; MONTILLA, A.; SORIA, A. C.; VILLAMIEL, M. Effects of conventional and ultrasound blanching on enzyme inactivation and carbohydrate content of carrots. **European Food Research and Technology**, v. 234, n. 6, p. 1071-1079, 2012.

SARANGTHEM, K.; SINGH, T. N. Microbial bioconversion of metabolites from fermented succulent bamboo shoots into phytoosterols. **Current Science**, v. 84, n. 12, 1544-1547, 2003.

SATYA, S.; BAL, L. M.; SINGHAL, P.; NAIK, S. N. Bamboo shoot processing: food quality and safety aspect (a review). **Trends in Food Science and Technology**, v. 21, n. 4, p. 181-189, 2010.

SHEN, Q.; KONG, F.; WANG, Q. Effect of modified atmosphere packaging on the browning and lignification of bamboo shoots. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 2, p. 348-354, 2006.

SILVA, N. da; JUNQUERIA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. Varela: São Paulo, 3ª edição, 2007.

SINGH, S. A.; SINGH, H. D.; NONGMAITHEM, R.; BORA, T. C.; SINGH, R. Comparative study of chemical properties of Soibum, a traditional fermented bamboo shoot product and its biological investigation. **International Journal of Biosciences, biochemistry and Bioinformatics**, v. 1, p. 114-118, 2011a.

SINGH, H. D.; SINGH, S. A.; SINGH, N. R. SINGH, N. R. Biochemical composition of soibum – a fermented bamboo shoot and its dynamic during fermentation in real time model. **International Conference on Food Engineering and Biotechnology**, v. 9, p. 198-202, 2011b.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetric of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Journal Enology Viticulture**, v. 16, n. 3, p.144-158, 1965.

SOOD, S.; WALIA, S.; GUPTA, M.; SOOD, A. Nutritional characterization of Shoots and other edible products of an edible bamboo – *Dendrocalamus shamiltonii*, **Current Research in Nutrition and Food Science**, v. 1, n. 2, p. 169-176, 2013.

SOUZA, E. B. **Estudo da viabilidade técnica para o cultivo de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) em Planaltina-DF**. Trabalho de Conclusão e Curso de Agronomia, UPIS – Faculdades Integradas, Brasília, 2010.

SURLEVA, A.; DROCHIOIU, G. A modified ninhydrin micro-assay for determination of total cyanogens in plants. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2788-2794, 2013.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

SZCZESNIAK, A. S. General foods texture profile revised – ten years perspective. **Journal of Texture Studies**, v. 6, p. 5-17, 1975.

TAMANG, J. P.; SARKAR, P. K. Microbiology of mesu, a traditional fermented bamboo shoot product. **International Journal of Food Microbiology**, v. 29, n. 1, p. 49-58, 1996.

TATSUMA, T.; KOMORI, K.; YEOH, H. H.; OYAMA, N. Disposable test plates with tyrosinase and β -glucosidases for cyanide and cyanogenic glycosides. **Analytica Chimica Acta**, v. 408, n. 1-2, p. 233-240, 2000.

TSUGE, K.; KATAOKA, M.; SETO, Y. Rapid determination of cyanide and azide in beverages by microdiffusion spectrophotometric method. **Journal of Analytical Toxicology**, v. 25, n. 4, p. 228-236, 2001.

VAIPHEI, L. S. **Bamboo's Economic Value to the Northeast, The Day After**, 2005.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, v. 38, n. 1, p. 11-36, 2000.

XAVIER, D.; SERAFINI, L. F.; GIARETTA, D.; LIMA, K. P. de; GIONGO, C. N.; GAZOLA, M. B.; PORCU, O. M.; SCHMIDT, C. A. P. Development, physicochemical characterization, microbiological and sensory evaluation of tomato paste enriched with chia (*Salvia hispanica* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2, p. 1603-1617, 2014.

XIAOFU, C.; FENGE, Y. Experiment developing new bambo shoot crisps. **INBAR – International Network for Bamboo and Rattan – Working Papers**, p. 7, 2003.

XUHE, C. Promotion of bamboo for poverty alleviation and economic development. **Journal of Bamboo and Rattan**, v. 2, n. 4, p. 345-350, 2003.

YOUNG, R. A. Flavor qualities of some edible oriental bamboos. **Economic Botany**, v. 8, p. 377-386, 1954.

WAIKHOM, S. D.; LOUIS, B.; SHARMA, C. K.; KUMARI, P.; SOMKUWAR, B. G.; SINGH, M. W.; TALUKDAR, N. C. Grappling the high altitude for safe edible bamboo shoots with rich nutritional attributes and escaping cyanogenic toxicity. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 1-11, 2013.

World Congress Proceedings, VIII, 2009, Thailand. **World Bamboo Organization**, Massachusetts, USA, v. 1-11, 2009.

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

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

ZHENG, J.; ZHANG, F.; SONG, J.; LIN, M.; KAN, J. Effect of blanching and drying treatments on quality of bamboo shoot slices. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 531-540, 2013a.

ZHENG, J.; ZHANG, F.; ZHOU, C.; CHEN, G.; LIN, M.; KAN, J. Changes in amino acid contents, texture and microstructure of bamboo shoot during pickling process. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 9, p. 1847-1853, 2013b.