



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**SECAGEM DO JAMBU (*Spilanthes oleracea* L.) COM AR FRIO:
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E
SENSORIAL**

ALAN FRANCO BARBOSA

Sob a orientação do Professor
Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2014

664.8
B238s
T

Barbosa, Alan Franco, 1990-
Secagem do jambu (*Spilanthus oleracea* L.) com ar
frio: avaliação da qualidade química,
microbiológica e sensorial / Alan Franco Barbosa. -
2014.

57 f.: il.

Orientador: Armando Ubirajara Oliveira Sabaa
Srur.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2014.

Inclui bibliografia.

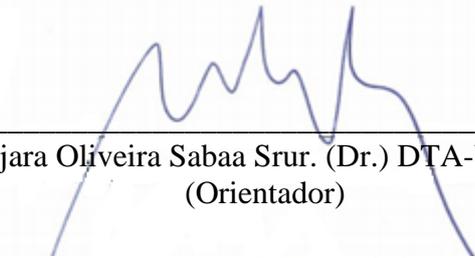
1. Hortaliças - Secagem - Teses. 2. Hortaliças -
Tecnologia pós-colheita - Teses. 3. Hortaliças -
Análise - Teses. 4. Hortaliças - Conservação -
Teses. 5. *Spilanthus oleracea* - Teses. 6.
Tecnologia de alimentos - Teses. I. Srur, Armando
U.O.Sabaa (Armando Ubirajara Oliveira Sabaa), 1945-.
II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

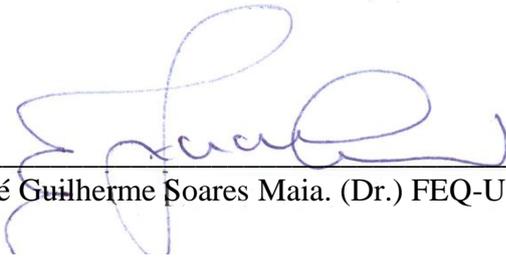
ALAN FRANCO BARBOSA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Ciência de Alimentos.

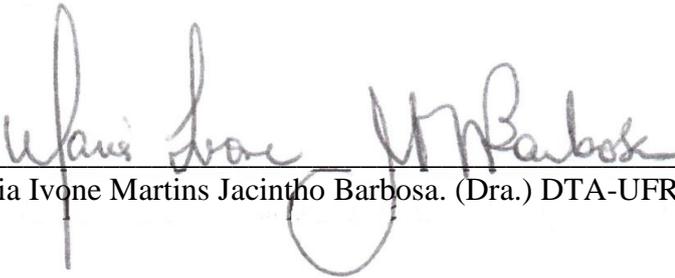
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/02/2014



Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur. (Dr.) DTA-UFRRJ/INJC-UFRJ
(Orientador)



José Guilherme Soares Maia. (Dr.) FEQ-UFPA



Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa. (Dra.) DTA-UFRRJ

André Dutra. (Dr.) EMBRAPA CCTA

Cristiane Hess de Azevedo Meleiro. (Dra.) DTA-UFRRJ

“A Ele a glória, a Ele o louvor
A Ele o domínio, Ele é o Senhor”.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo seu amor maior; por permitir mais uma graça profissional na minha vida.

À minha família, meus queridos irmãos André e Yana e em especial a minha mãe, Nildia e meu pai Edenildo *in memoriam*. Obrigado pela força, amor, carinho.

Ao meu amor, Mirza Nalesso, pelo carinho, companheirismo, apoio técnico e compreensão.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela oportunidade e a todos os alunos e funcionários com os quais convivi, em especial aos do Departamento de Tecnologia de Alimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, professor Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, por todo incentivo, confiança, oportunidades e claro conhecimentos transmitidos.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Museu Museu Paraense Emílio Goeldi pela colaboração no mestrado.

Ao professor Dr. José Guilherme Soares Maia (UFPA), do Departamento de Engenharia Química da UFPA, pela hospitalidade com que me recebeu em seu grupo de pesquisa, por toda atenção e colaboração no meu projeto.

Aos colegas do Laboratório de Engenharia de Produtos Naturais (LEPRON) da UFPA, pelo apoio técnico e pela agradável convivência no ambiente de trabalho, em especial ao colega Bruno Silva.

Aos professores Dr. Lênio José Guerreiro de Faria (UFPA), Dr. Sérgio Antonio Lopes de Gusmão (UFRA) pela excelente colaboração.

Ao Prof. Dr. José Lucena Barbosa Júnior (UFRRJ), pela colaboração com informações técnicas.

À Alessandra Eluan Silva pela excelente recepção em Belém-PA e pela troca de conhecimentos técnicos nos últimos 3 anos.

À Dilcilene Fagundes Sabaa Srur, pela colaboração na realização da análise sensorial.

BIOGRAFIA

Alan Franco Barbosa, filho de Nildia Franco Barbosa e Edenildo Pereira Barbosa, nasceu em Jequitinhonha, MG, em 05 de julho de 1990.

No ano de 2011 graduou-se Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba.

Em 2014 concluiu o curso de Licenciatura em Química na Universidade Salgado de Oliveira – *Campus* São Gonçalo. Tendo também concluído o Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível de mestrado, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

Atualmente é aluno do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, nível de doutorado, na UFRRJ.

RESUMO

BARBOSA, Alan Franco. **Secagem do jambu (*Spilanthes oleracea* L.) com ar frio: avaliação da qualidade química, microbiológica e sensorial**. 2014. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O jambu (*Spilanthes oleracea* L.) é uma hortaliça largamente utilizada na culinária da Amazônia. Sendo uma herbácea com alto teor de umidade, tem curto prazo de validade. Portanto, é necessário o estabelecimento de uma tecnologia pós-colheita para aumentar a vida útil deste alimento para atender outros mercados. Nesse contexto, a proposta do trabalho foi: promover a secagem com ar frio, determinar a sua curva de secagem, caracterizar a composição centesimal *in natura* e seco e avaliar a sua qualidade microbiológica e sensorial. Os resultados mostraram diferenças significativas (5%, teste T) para os teores de lipídios, fibras solúveis e insolúveis e cinzas. O jambu seco apresentou maiores valores, exceto quanto ao conteúdo de fibras solúveis. Não houve diferença significativa (5%, teste T) quanto ao teor de proteína entre as amostras avaliadas. O jambu *in natura* apresentou baixo teor de lipídios e valor calórico (base úmida, 28,17 kcal; base seca, 281,27 kcal), apropriado para as dietas de controle de peso. Os resultados da análise da composição centesimal do jambu *in natura* mostraram teores semelhantes aos da Tabela do IBGE, exceto quanto ao conteúdo de lipídios. Ausência de *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes a 45°C mostrou que essa hortaliça *in natura* e seca está de acordo com a legislação vigente quanto aos aspectos microbiológicos. O tacacá, comida típica do estado do Pará, que tem o jambu como ingrediente, foi utilizado na avaliação sensorial. Pelos resultados obtidos pode-se afirmar que o tacacá com jambu *in natura* e seco apresenta boa aceitação dos tradicionais consumidores deste alimento. Deste modo, considerando os aspectos sanitários e sensoriais, além de proporcionar incremento nos componentes nutricionais da composição centesimal da hortaliça, torna-se viável a comercialização do jambu seco, facilitando o seu transporte, manuseio e redução da biomassa.

Palavras-chave: *Spilanthes oleracea* L., Asteraceae, Jambu, Hortaliça, Secagem, Espilantol.

ABSTRACT

BARBOSA, Alan Franco. **Drying jambu (*Spilanthes oleracea* L.) with cold air: evaluation of chemical, microbiological and sensory quality**. 2014. 57p. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology, Food Science). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Jambu (*Spilanthes oleracea* L.) is a vegetable widely used in the cuisine of the Amazon. Being an herbaceous with high moisture content, has a short shelf life. Therefore, it is necessary to establish a post-harvest technology to extend the life of this food to serve other markets. In this context, the purpose of this study was: to promote drying with cold air, determine its drying curve, characterize the chemical composition of their fresh and dried biomass, as well as their microbiological and sensory quality. The results showed significant differences (5%, t test) for lipid content, soluble and insoluble fiber and ash. Dry jambu showed higher values, except for the content of soluble fiber. There was no significant difference (5%, t test) in protein content between the analyzed samples. Jambu *in natura* showed lower lipid and calorific value (wet basis, 28,17 kcal, dry basis, 281,27 kcal), suitable for weight control diets. The results of the analysis of the chemical composition of jambu *in natura* showed similar levels to those in Table IBGE, except for the lipid content. Absence of *Salmonella* spp., coagulase positive *Staphylococcus* and coliforms at 45°C showed that this vegetable *in natura* and dried was in accordance with current legislation, regarding microbiological aspects. Tacacá, typical food of the state of Pará, which has jambu as an ingredient, was used in the sensory evaluation. From the results obtained it can be stated that the tacacá, with jambu *in natura* and dried, is well accepted for traditional consumers of food. Thus, considering the health and sensory aspects, beyond providing the increase of nutritional components in the chemical composition of jambu, it becomes feasible to market the dry jambu, facilitating their transport, handling and reduced biomass.

Key words: *Spilanthes oleracea* L., Asteraceae, Jambu, Vegetable, Drying, Spilanthol.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Jambu.....	2
2.2 Composição química de hortaliças	4
2.3 Secagem de hortaliças	7
2.4 Efeitos da secagem nas hortaliças	12
2.5 Qualidade sensorial de jambu.....	14
CAPÍTULO I	17
SECAGEM DO JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> L.) COM AR FRIO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA	
Resumo	18
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e métodos	19
Resultados e discussão	20
Conclusão	21
Referências Bibliográficas.....	22
CAPÍTULO II	24
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> L.) IN NATURA E SECO	
Resumo	25
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e métodos	26
Resultados e discussão	27
Conclusão	28
Referências bibliográficas	28
CHAPTER III	31
MICROBIOLOGICAL AND SENSORY EVALUATION OF DRIED JAMBU (<i>Spilanthes oleracea</i> L.) WITH COLD AIR	
Resumo	32
Abstract.....	32
Introduction	32
Material and methods	33
Results e discussion.....	34
Conclusion.....	40
References	40
3 CONCLUSÕES	42
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	43
ANNEXES	
A – Template for assessing acceptability scale record.....	56
B – Sheet consumer profile	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

Spilanthes oleracea L. (Asteraceae) é uma planta nativa da Amazônia conhecida popularmente como jambu e muito usada como condimento em pratos típicos da região norte, como o tacacá, o pato no tucupi e outros. Na medicina tradicional é utilizada no tratamento de afecções de boca e garganta e como analgésico para dores de dentes. Além disso, várias propriedades terapêuticas foram relatadas para essa hortaliça, tais como antiviral, antibacteriana, anti-séptica, diurética, antiinflamatória e cicatrizante. A amida espilantol é um dos constituintes químicos majoritários das flores e folhas dessa espécie, o qual está associado a várias atividades biológicas: analgésica, larvicida, inseticida, antimicrobiana, fungicida e outras. Atualmente, extratos de jambu e/ou a substância espilantol isolada são utilizados como ingredientes para cosmético antienvelhecimento. Assim, essa espécie é muito importante como fonte de renda para os agricultores familiares dos municípios do Pará, pois é considerada uma planta de múltiplo uso, na medicina, na alimentação como condimento e para ornamentação.

É cultivado por produtores em pequenas áreas, em conjunto com outras hortaliças, sobretudo para atender o consumo da cidade de Belém e dos principais núcleos urbanos do nordeste paraense. É uma hortaliça com elevado conteúdo de ferro, cálcio e ainda possui as vitaminas B₁, B₂, niacina, C e pró-vitamina A, além de apresentar baixo valor calórico, assim como, a maioria das hortaliças.

Por ser uma folhosa com elevada umidade, apresenta reduzida validade comercial, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias pós-colheita para aumentar a vida útil desse alimento e atender outros mercados. Uma possível tecnologia de conservação dessa hortaliça é a secagem.

A secagem consiste na remoção de parte d'água, ou de qualquer outro líquido ou sólido, na forma de vapor, com conseqüente redução da atividade de água que afeta o crescimento microbiano, reações enzimáticas e outras de origem química e física. O principal objetivo desse processo é aumentar o período de conservação dos alimentos pela redução da atividade de água.

Neste contexto, a proposta deste trabalho é avaliar a estabilidade química, microbiológica, sensorial e nutricional de jambu desidratado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Jambu

O jambu (*Spilanthes oleracea* L.), também conhecido como agrião-do-pará, agrião-do-brasil, agrião-do-norte, jambuaçu, erva-de-maluca, jamburana, agriãozinho, pimenteira, pimenta-do-pará, pimenta-d'água, agrião-do-mato, botão-de-ouro, agrião-bravo e abecedária, sendo este último nome proveniente da crença de que ajuda as crianças a aprender a falar (POLTRONIERI et al., 2000). Possui como sinônimas botânicas *Acmella oleracea*, L. (JANSEN, 1985), *Spilanthes acmella* var. *oleracea* (CAVALCANTI, 2008), e *Acmella ciliata* Kunth (VULPI et al., 2007). Vale ressaltar que o jambu vem despertando o interesse de pesquisadores da área de saúde, devido seu potencial terapêutico com atividade anestésica e antipirética (CHAKRABORTY et al., 2010), anti-hiperalgésica, antinociceptiva (RATNASOORIYA e PIERIS, 2005), anti-inflamatória (WU et al., 2008), antimicrobiana (PRACHAYASITTIKUL et al., 2009), larvicida (PANDEY et al., 2011), vasorelaxante e antioxidante (WONGSAWATKUL et al., 2008) e para redução de peso e controle da obesidade (EKANEM et al., 2007).

As condições adequadas de produção, como preparo da sementeira, transplantes das mudas para os canteiros, irrigação, adubação e cobertura do solo, bem como controle de pragas, podem ser encontrados nas publicações de Poltronieri e colaboradores (2000) e Homma e colaboradores (2011).

Na Tabela 1 são apresentados os coeficientes técnicos e econômicos na produção de jambu (HOMMA et al., 2011).

Tabela 1. Coeficientes técnicos e econômicos na produção de jambu considerando um hectare, junho 2011.

Itens	Unidade	Quantidade	Preço (R\$)
Insumo			
Semente	g	80	0,00
Esterco de ave	Kg	70,000	3.360,00
Adubo mineral	Kg	100	200,00
Defensivos	g	7,000	360,00
Mão de obra			
Preparo da área	Dia/hora	25	500,00
Preparo dos canteiros	Dia/hora	10	200,00
Sementeira	Dia/hora	0,50	6,00
Transplântio	Dia/hora	20	400,00
Tratos culturais	Dia/hora	50	1.000,00
Colheita	Dia/hora	25	500,00
Lavagem	Dia/hora	10	200,00
Amarrio	Dia/hora	20	400,00
Custo total		R\$ 7.126,00	
Produtividade		48.000 maços/ha	
Receita bruta		R\$ 12.000,00/ha	
Receita líquida		R\$ 4.800,00/ha	
Preço de venda		R\$ 0,25/maço	
Custo de produção		R\$ 0,15/maço	
Lucro líquido maço		R\$ 0,10/maço	

Fonte: HOMMA et al., 2011.

Para o cálculo do custo operacional do plantio de jambu foi considerado para um hectare dispostos em canteiro padrão de 1,20 m x 25 m (30 m²), perfazendo 192 canteiros, com 5.760 m² de área útil. Esses seriam separados entre si de 0,80 m e as ruas principais seriam de 2 metros a cada intervalo de 25 metros tanto no sentido vertical como horizontal. Adotou-se a produtividade média de 250 maços de jambu por canteiro, totalizando 48.000, considerando um ciclo produtivo de 2 meses a 2,5 meses, efetuando rotação de plantio (HOMMA et al., 2011).

O jambu, ainda apresenta as características de um produto sazonal, limitado pelas festividades populares e das datas históricas familiares. Apesar disso, apresenta grandes possibilidades de ampliar sua demanda ao longo do ano (HOMMA et al., 2011). O crescimento do turismo, a disseminação dessa hortaliça amazônica no centro-sul do País e, no exterior, poderia trazer novos mercados para esse produto. Os produtores de jambu não se dedicam exclusivamente ao cultivo dessa planta, mas em um conjunto de outras hortaliças, visando promover a rotação dos canteiros, assegurar maior renda, da demanda específica para cada produto hortícola e da diferença de rentabilidade (BORGES, 2009).

A produção média de um canteiro de 25 m x 1,20 m é de 250 maços de jambu e dependendo da fertilidade do solo, dos tratos culturais e da redução dos ataques de pragas e doenças é possível obter até 400 maços por canteiro no verão (POLTRONIERI et al., 2000; HOMMA et al., 2011). A época de maior intensidade de cultivo de jambu é no período menos chuvoso (ALBURQUERQUE, 1989). Em geral, as plantas de jambu são colhidas e amarradas em maços, ainda, na área de cultivo, transportadas e depois lavadas em um tanque próximo a residência do produtor. A mesma água é reutilizada várias vezes, para a lavagem diária e renovada, apenas, no dia seguinte. Essa lavagem constitui foco de contaminação das hortaliças (BORGES, 2009). O tamanho desses maços, segundo os produtores, é uma exigência dos vendedores intermediários. Em 2011 foram vendidos para os intermediários a razão de R\$ 0,25 a R\$ 0,30/maço (HOMMA et al., 2011). Nos supermercados e nas feiras são reduzidos para maços menores e, nas proximidades das festividades, chegando a R\$ 1,00 a R\$ 1,50/maço, devido a sua utilização em comidas típicas (GUSMÃO et al., 2005).

O amarrio é, em geral, efetuado pelos homens para dimensionar a quantidade de pés de jambu por maço, eventualmente, mulheres e crianças realizam esta atividade. O transporte dos “volumes” de jambu é realizado, diariamente, no final da tarde ou no início da noite. Os produtores não efetuam o corte das raízes para evitar o murchamento mais rápido. Alguns produtores e intermediários estão comercializando jambu pré-cozido, que consiste em retirar as raízes e os talos mais grossos, folhas com defeito e outras impurezas e, em seguida, efetuam cinco lavagens e depois o colocam em água fervente para promover o murchamento dos talos e folhas, deixam escorrer e embalam em sacos plásticos. O rendimento é de 6 a 7 maços (R\$ 0,25/maço) para obter 1 kg de jambu pré-cozido que é vendido a R\$ 6,00 a R\$ 7,00/kg. O mercado do jambu pré-cozido destina-se a grandes restaurantes, reduzindo-se com isso a utilização de mão de obra para o preparo dos maços de jambu. As folhas de jambu pré-cozidas além de atender a demanda de restaurantes, são destinadas a acatar pedidos de parentes e amigos residentes em outros estados do País, facilitando o seu transporte (HOMMA et al., 2011).

Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias para atender mercados distantes e aumentar a validade comercial dessa hortaliça. O processo de desidratação é uma interessante e possível tecnologia de conservação de jambu.

Jambu é uma hortaliça de largo consumo no estado do Pará, onde as folhas e flores são utilizadas no preparo de diversos pratos da culinária amazônica, principalmente a paraense, onde são usadas no tradicional pato no tucupi, no tacacá, em saladas cruas ou cozidas, em peixadas e/ou como ingredientes de alguns alimentos tradicionais, além do uso de outros animais assados em substituição ao pato, foi popularizado o uso do jambu com arroz (arroz

paraense), pizza de jambu, uso na indústria cosmética, como picles pelos descendentes de japoneses, entre outros tipos de preparo (GUSMÃO et al., 2005; HOMMA et al., 2011). Também se tem observado o aproveitamento dos capítulos das flores na alimentação, sendo hábito triturá-las e misturá-las com outras espécies condimentares na produção de um sabor especial (POLTRONIERI et al., 2000). O jambu é uma hortaliça de baixa caloria, rica em elementos nutritivos como ferro e ainda possui as vitaminas B₁, B₂, niacina, vitamina C, pró-vitamina A e cálcio (VILLACHICA et al., 1996). É recomendada contra a avitaminose C e utilizada como antibiótico e anestésico (COUTINHO et al., 2006).

O espilantol é um alcaloide (Figura 1) presente nas folhas, caules e inflorescências do jambu, descrito em patentes como apropriado para uso anestésico, antisséptico, antirugas, anti-inflamatório, creme dental, creme ginecológico, com diversos produtos no mercado, vendidos como remédio e cosmético. Essa é a razão da existência de cinco patentes que utilizam o jambu registradas no *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), entre 2000 a 2006 (uma de origem americana, outra francesa e três japonesas) (CAVALCANTE, 2008). Entre 2006 a 2010, sete patentes foram registradas na *World Intellectual Property Organization* (WIPO) (japonesa, americana, inglesa, dinamarquesa, suíça, brasileira e australiana), sendo uma no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) em 2005. As patentes já registradas não significam a sua imediata transformação em produto comercial, mas demonstra o esforço de pesquisa, a demarcação de direitos e a probabilidade de futuras descobertas promissoras. Além disso, possibilita atrair os interesses da indústria farmacêutica/cosmética mundial ou como uma hortaliça exótica. (HOMMA et al., 2011).

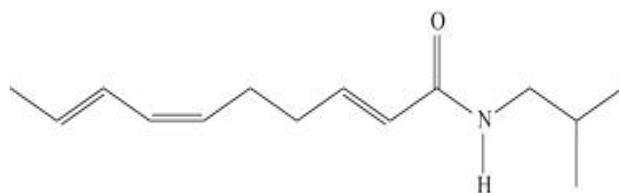


Figura 1. Estrutura do espilantol.

Fonte: BOONEN et al., 2010.

O sabor pungente tão apreciado do jambu é devido, principalmente, ao espilantol, amida que provoca grande salivação quando as folhas, flores e o caule são mastigados, provocando uma sensação anestésica na boca. Outras amidas pungentes (isobutilamidas de ácido hendeca-2E,7Z,9-trienoio e ácido hendeca-2E-en-8,10-dinoico) também conferem esse sabor (SARAF e DIXIT, 2002).

2.2 Composição química de hortaliças

O conhecimento das características químicas é de elevada relevância, principalmente em produtos de origem vegetal, pois são utilizadas como índice de aceitabilidade no mercado nacional (GOUVEIA et al., 2004).

Os vegetais se destacam por sua existência como seres autotróficos, captadores de energia de fontes não aproveitáveis para o reino animal e utilizada não apenas para seu próprio desenvolvimento, como também, ao convertê-la em reservas, de alimentos para os demais seres, os heterotróficos, que, dessa forma, têm os vegetais como fontes de energia no ciclo alimentício (SALINAS, 2002).

A origem das reservas que acumulam e demais processos de alta complexidade que se desenvolvem nelas têm seu início na fotossíntese (ROMANO, 2001). Essa consiste na capacidade das substâncias clorofilianas de captar a energia luminosa que serve para a

decomposição da água, deixando livre o hidrogênio, que, juntamente com o CO₂ captado do ar, fixa-se a uma substância de dois carbonos, o ácido glicólico e a seiva mineral (BEADLE e LONG, 1985). Em seguida, originam-se mudanças bioquímicas até formar uma ampla variedade de compostos, como as proteínas, glicídios, lipídios e vitaminas e cada tipo de vegetal será provido desses princípios nutritivos em quantidades que lhe são próprias (SALINAS, 2002).

Os produtos hortícolas são compostos por uma grande variedade de vegetais de importância econômica na dieta alimentar da população mundial, sendo alguns utilizados também em ornamentação (VILELA e HENZ, 2000). Esses produtos costumam apresentar densidade calórica ainda menor que a de produtos de origem animal (DREWNOWSKI, 2003).

A água costuma representar cerca de 80 a 95% da massa fresca dessas hortaliças, que é responsável pela suculência desses vegetais (TEARE e PEET, 1983). Ao lado da água, os carboidratos são os mais abundantes e mais bem distribuídos componentes dos alimentos de origem vegetal, em geral, cerca de 75% da matéria-seca de plantas são carboidratos, constituindo, não apenas de açúcares simples e polissacarídeos, mas também de substâncias pectínicas e lignina (DIETRICH et al., 1988). A manose e a sorbose, são hexoses, existentes em muitos talos e em algumas variedades de hortaliças (SALINAS, 2002).

Os compostos fenólicos dos alimentos vegetais incluem diversas substâncias e um amplo espectro de atividades funcionais (THAIPONG et al., 2006). Tradicionalmente, esses compostos são considerados importantes devido a seu impacto sobre o sabor e a cor, no entanto, atualmente, existe grande interesse em seus potenciais efeitos benéficos à saúde, sua atividade antioxidante, e seus efeitos antimicrobianos (GIL et al., 2000). A principal classe de compostos fenólicos na dieta são os ácidos fenólicos, os quais são encontrados em hortaliças e os teores desses compostos fenólicos totais nesses vegetais variam entre 0,01 e 100 mg/g peso fresco, incluindo os flavonoides, fenóis ácidos e lignanas (PASCUAL-TERESA e SANCHEZ-BALLESTA, 2008).

O conteúdo de proteínas oscila muito entre as diversas hortaliças, embora represente apenas uma reduzida porcentagem da massa úmida, considerando a grande diluição aquosa que é encontrada nas hortaliças (FENNEMA, 2008). É possível encontrar de 1 a 3% de proteínas como reserva em hortaliças e as globulinas parecem ser as mais comuns (SALINAS, 2002). Essas substâncias estão presentes nas plantas, principalmente como enzimas que catalisam processos metabólicos (CHOCT, 2006).

Os lipídeos de origem vegetal são, em sua grande maioria, polares, e seus principais exemplos são os fosfolipídeos e glicolipídeos de membrana (BROUN et al., 1999). Os lipídeos constituem menos de 1% da massa fresca da maioria das hortaliças e podem ser encontrados também como triacilglicerídeos, ceras e esteróis (BORTOLATTO e LORA, 2008).

Os principais pigmentos encontrados nos tecidos vegetais são as clorofilas, carotenoides e flavonoides (KIMURA e RODRIGUES-AMAYA, 2002). Diferentes tipos de carotenoides acumulam-se em vegetais (AMORIM-CARRILHO et al., 2014). As clorofilas abundantes em hortaliças, normalmente presentes nos cloroplastos e ancoradas às membranas lipoproteicas, são responsáveis pela coloração verde e são denominadas clorofila **a** e clorofila **b** (CHEN e CHEN, 1993).

Os tecidos vegetais possuem as principais fontes de diversas vitaminas essenciais à nutrição humana, algumas hortaliças são fontes ricas em pró-vitamina A e vitamina C (PEÑAS et al., 2013; DIAS et al., 2014). O ácido L-ascórbico é o principal composto, com 100% de atividade de vitamina C, já o seu produto de oxidação, o ácido L-desidroascórbico que tem a mesma atividade biológica da vitamina C, mas baixa estabilidade (GOKMEN et al.,

2000). A vitamina E é encontrada em algumas folhas e a vitamina B₁ apresenta ampla distribuição nas hortaliças (SALINAS, 2002).

O teor mineral total de tecidos vegetais é, em alguns casos, expresso como conteúdo de cinzas (resíduo remanescente após a incineração), sendo que esse conteúdo pode variar entre menos de 0,1% a mais de 4% da massa fresca (FENNEMA, 2008). As cinzas dos vegetais apresentam reações alcalinas, significando dizer que predominam os cátions, que podem proporcionar seus respectivos hidróxidos sobre os ânions que potencialmente formariam ácidos. Podem-se identificar comumente K⁺, Na⁺, Mg⁺⁺ e Ca⁺⁺, que predominam sobre o P⁻, Cl⁻ e S⁻ (SALINAS, 2002).

Os ácidos orgânicos de ocorrência mais ampla e abundante em frutas e hortaliças são o cítrico, málico e oxálico (NAWIRSKA-OLSZAN'SKA et al., 2014). O ácido oxálico pode ser encontrado apenas nas hortaliças de uso cotidiano, e, também, nas infusões, principalmente no chá. Sua importância está na capacidade de formar sais solúveis com o cálcio e o magnésio, restando então o que o organismo pode aproveitar. Em geral, a quantidade de ácidos diminui à medida que a maturação avança e, paralelamente, aumenta o conteúdo de açúcares (SALINAS, 2002). Além desses, vários ácidos aromáticos também são encontrados nos tecidos vegetais e que contribuem para o aroma desses vegetais (VICENTE et al., 2009).

Os vegetais possuem também fibras viscosas, componentes que, colocados em situações especiais, são capazes de formar géis, onde a principal delas é a pectina derivada da protopectina, considerada a substância mãe e faz parte das paredes das células com função na estrutura dos vegetais (THAKUR et al., 1997). Existem outras fibras, denominadas de fibras brutas, constituídas de celulose (responsável pela estrutura e proteção dos vegetais), lignina (presentes em talos de sustentação e raízes de algumas hortaliças), cutina (película protetora sobre a folha), suberina (presente nas cascas dos vegetais, proporciona resistência ao ataque das bactérias e microrganismos do solo e meio ambiente) (SALINAS, 2002).

Os óleos essenciais são geralmente misturas complexas de hidrocarbonetos, alcoóis e compostos carbonílicos que ocorrem em todo tecido vivo de planta e estão concentrados nas cascas, nas flores, nos rizomas e nas sementes (BIZZO et al., 2009; ALMEIDA et al., 2011). Os hidrocarbonetos mais encontrados pertencem a grupos de substâncias conhecidas como terpenos e, em menor frequência, em sesquiterpenos (BAKKALI et al., 2008). A literatura revela que o óleo essencial das inflorescência de jambu foi obtido por hidrodestilação e sua composição era constituída de 3-7-dimetil-1,3,6-octatrieno (15,38%) β-farneseno (15,02%) e espilantol (15,16%) (VULPI et al., 2007; BORGES, 2009). Borges (2012) identificou trans-clorofileno (48,64%), germacreno-D (20,75%) como componentes majoritários e espilantol (2,53%). A metodologia utilizada permitiu observar que o hidrolato produzido na hidrodestilação foi extraído com solvente orgânico (diclorometano), portanto, de fato, foi obtido um concentrado de voláteis destilados junto com a água. Nos cromatogramas da publicação citada (BORGES, 2009), não foi possível constatar a presença de espilantol em percentual tão elevado. Além disso, o ponto de ebulição dessa amida é 165°C (JACOBSON, 1957), valor muito superior ao da água que ferve a 100°C.

A análise química de jambu (*Spilanthes acmella* Murr.) em g/100g é apresentada na Tabela 2 (IBGE, 2011).

Tabela 2. Análise química de jambu (*Spilanthes acmella* Murr.) em 100g de acordo com IBGE (2011).

Energia (Kcal)	Umid. (g)	Ptn (g)	Lip. (g)	Carb (g)	Fibra (g)	Cinzas (g)	Cálcio (mg)	Fósforo (mg)	Ferro (mg)	Vit A (mcg)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Vit B3 (mg)	Vit C (mg)
32	89,0	1,90	0,30	7,20	1,30	1,60	162,00	41,00	4,00	392,00	0,03	0,21	1,00	20,00

Fonte: IBGE (2011).

O jambu apresenta quantidades significativas de ferro (4 mg) e vitamina C (20 mg) em 100 g de produto (Tabela 2), valores próximos aos recomendados pela FAO/OMS (1970) (homem adulto) 5-9 mg e 30 mg (ácido ascórbico), respectivamente. Portanto, essa hortaliça é indicada contra a anemia e escorbuto.

2.3 Secagem de hortaliças

Salinas (2002) define hortaliças como toda planta herbácea produzida na horta da qual algumas partes podem ser utilizada como alimentos em sua forma natural. As verduras, em geral, são hortícolas cujas partes comestíveis, de cor verde das plantas são adequadas para a alimentação. Diferenciam ainda verduras de saladas, aquelas usadas na alimentação na forma crua, pertencendo a esse grupo a chicória, os pecíolos e as folhas tenras da alfafa, o agrião, a alface, etc (BRASIL, 2005b). Nesse conceito o jambu pode ser classificado como verdura e salada.

Os consumidores estão em busca de alimentos naturais mais saudáveis, a fim de ter uma dieta nutritiva, isso levou ao aumento da ingestão de hortaliças (MAISTRO, 2001). As hortaliças frescas, além de grande quantidade de água, contêm vitaminas e minerais, por isso, são partes indispensáveis da dieta humana e podem ser consideradas como o combustível para os processos fisiológicos (VAN DUYN e PIVONKA, 2000). No entanto, são muito perecíveis devido ao alto teor de água que favorece o crescimento de microrganismos e às mudanças bioquímicas (CANO-CHAUCA et al., 2004). Cerca de 25-30% da produção total de hortaliças são desperdiçadas durante a manipulação do campo ao consumo (WANKHADE et al., 2013). Para prolongar a validade comercial de hortaliças, o manuseio pós-colheita se faz necessário, onde tecnologias como processamentos mínimos, o uso de atmosfera modificada e do frio aumentam a validade comercial de hortaliças frescas (CANO-CHAUCA et al., 2002). Processos de congelamento ou de secagem proporcionam maior durabilidade dessas hortaliças e outras matérias primas (CHONG et al., 2013). Algumas hortaliças têm sido tradicionalmente processadas por secagem para prolongar a sua vida de prateleira por meses e torná-las disponíveis nas entressafas (WANKHADE et al., 2013).

Esses desperdícios podem ser reduzidos através da aplicação de métodos adequados de tratamento e conservação. A este respeito, o objetivo básico da secagem de produtos alimentares é a remoção parcial d'água livre, quando essa está acima de um certo nível em relação aos sólidos totais, para que a deterioração microbiana e reações químicas sejam gradativamente minimizadas (ERTEKIN e YALDIZ, 2004). A ampla variedade de alimentos desidratados, que estão disponíveis para os consumidores (*snacks*, misturas secas e sopas, frutas secas, etc.) é uma preocupação interessante para atender as especificações de qualidade e conservação de energia, onde há necessidade de uma compreensão completa do processo de secagem (KROKIDA et al., 2003). A secagem de alimentos é um dos processos mais comuns utilizados para melhorar a estabilidade do alimento, uma vez que diminui consideravelmente a atividade de água do material, reduz a atividade enzimática e microbiológica e minimiza reações químicas durante o seu armazenamento (RUSSO et al., 2013).

O crescimento da popularidade de alimentos industrializados em muitos países tem estimulado o aumento da demanda por hortaliças desidratadas de alta qualidade (ZHANG et al., 2006).

A expansão do mercado de alimentos desidratados exige produtos de alta qualidade que mantém em um nível alto das propriedades nutricionais e sensoriais do produto fresco inicial (RUSSO et al., 2013).

A Resolução RDC 272/2005 da ANVISA define, produtos de vegetais como os “produtos obtidos a partir de partes comestíveis de espécies vegetais tradicionalmente

consumidas como alimento, incluindo as sementes oleaginosas. Excluem-se dessa definição os produtos de frutas, produtos de cereais e farinhas (cereais, tubérculos e raízes)” (BRASIL, 2005a).

Folhas são estruturas muito sensíveis à perda de água, devido à elevada relação entre a superfície e o volume (MONTEIRO et al., 2002). Geralmente, são sensíveis também à perda da cor verde (MONREAL et al., 1999).

Os produtos vegetais perecíveis, em geral são partes metabolicamente ativas das plantas, têm elevado teor de umidade (70-95%), apresentam taxas elevadas de respiração e produção de calor, textura mole e validade comercial de dias (FONSECA et al., 2000; LEE e KADER et al., 2000). As perdas desses produtos costumam ser causadas por fatores internos como deterioração, danos físicos e senescência (VILELA et al., 2003).

A crescente busca por alimentação mais saudável, aliada ao desejo de satisfação do consumidor, tem levado à geração de um comércio cada vez maior de produtos hortícola, tanto dentro de cada país, quanto entre países dos diferentes continentes (MARTINS, 2004). Esse comércio, especialmente o de exportação, é altamente competitivo e requer profissionalismo. O profissional e as indústrias da área de pós-colheita necessitam, cada vez mais, conhecer as técnicas de conservação e as necessidades de cada vegetal para proporcionar a máxima conservação de suas características, uma vez que as exigências dos vegetais são distintas e é impossível padronizar procedimentos tecnológicos (CARVALHO e MIRANDA, 2009).

Existem muitas formas pelas quais os produtos de origem vegetal podem ser manipulados e armazenados após colheita. Alguns são apertizados, outros congelados, secos ou moídos para preservação de sua qualidade nutricional e extensão da validade comercial (ANTUNES, 2002).

A secagem, como método de conservação, é dos mais antigos processos empregados pelo homem, não nas formas empíricas anteriores, mas sim dentro dos moldes e controles tecnológicos (BARATI e ESFAHANI, 2013).

O processo de secagem é definido como a aplicação de calor sob condições controladas para remover, por evaporação (ou no caso da liofilização, por sublimação), parte da água livre presente em um alimento (ATEEQUE et al., 2014). O objetivo principal da secagem é prolongar a validade comercial dos alimentos por meio da redução da atividade de água (KAJIYAMA e PARK, 2008). Isso inibe o crescimento microbiano e a atividade enzimática, porém a temperatura de processamento costuma ser insuficiente para provocar a sua inativação (MADAMBA et al., 2007).

Os principais objetivos pelos quais a indústria de alimentos recorre à secagem podem ser resumidos nos seguintes pontos (McMINN e MAGEE, 1999; CAMARGO et al., 2007):

- Aumentar o período de conservação dos alimentos;
- Reduzir o peso e volume dos alimentos para facilitar e diminuir os custos de transporte, armazenamento e embalagens (tamanho, quantidade e qualidade do material);
- Facilitar o uso e diversificar a oferta de produtos. Em algumas situações, a desidratação permite obter produtos de mais fácil utilização e com características distintas.
- Maior facilidade de armazenamento, quando o alimento é protegido contra umidade ambiente, microrganismos e predadores;
- Vantagens econômicas: menor mão de obra na elaboração de produtos;
- Nos alimentos, pela evaporação da água, encontra-se maior concentração de nutrientes, como é o caso de hortaliças, que apresentam maiores teores de carboidratos e minerais.

A secagem de alimentos de origem vegetal, quanto ao modo de sua realização, se efetua por meio de dois tipos; secagem natural (ao sol ou vento) e secagem artificial (desidratação) (KARATHANOS e BELESSIOTIS, 1997). Pode-se citar as seguintes vantagens da desidratação artificial em relação a secagem natural:

- Os alimentos desidratados adquirem melhor qualidade;
- Aspectos econômicos mostram que, os alimentos desidratados são de maiores custos, no entanto, a melhoria de suas qualidades compensa seus elevados custos, pelo aumento no valor comercial desses produtos;
- Melhor proteção contra a contaminação através de poeiras e ataque de insetos;
- O alimento apresenta menor custo, pelo menor tempo que leva para ser seco.

Os termos secos e desidratados não são sinônimos. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos define alimentos desidratados como aqueles que não contêm mais do que 2,5 % de água (base seca), enquanto que os alimentos secos são produtos alimentícios com mais de 2,5 % de água (base seca) (VEGA-MERCADO et al., 2001).

Os métodos de secagem podem ser executados por:

- Ar aquecido (calor por convecção);
- Contato por superfície quente (calor por condução);
- Calor de fonte radiante, de micro-ondas e dielétrica;
- Congelamento, sublimação e calor sob pressão muito baixa.

A secagem artificial pode ser realizada com ar quente, quando o alimento entra em contato com uma corrente de ar quente e o calor é transmitido fundamentalmente por convecção; desidratação por contato direto com uma superfície sólida, quando o calor é transmitido ao alimento, principalmente, por condução; desidratação mediante o aporte de energia radiante, com predominância da radiação como transmissão de calor; desidratação por energia eletromagnética, micro-ondas e aquecimento dielétrico; liofilização, na qual a água é congelada inicialmente e, em seguida, sublimada, utilizando-se qualquer dos mecanismos de aquecimento mencionados anteriormente. Esse calor pode aportar em pressão atmosférica ou sob certo grau de vácuo, quando se utilizam temperaturas mais baixas (SAHNI e CHAUDHURI, 2012).

A secagem com ar quente é realizada com calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas. O ar é o meio de secagem mais utilizado por sua abundância, conveniência e porque o seu controle no aquecimento do alimento não apresenta maiores problemas (PARK et al., 2001).

O processo de desidratação por diminuir o conteúdo de água das hortaliças e, conseqüentemente, concentrar os açúcares das mesmas, obtendo um meio hiperosmótico diminui o risco de proliferação de micro-organismos (SALINAS, 2002). Nessas condições, as hortaliças dessecadas se constituem de alta fonte de carboidratos e mineral, que podem ser utilizadas na desnutrição calórica-mineral e nos casos em que o indivíduo necessita de maior teor deste nutriente (EVANGELISTA, 2008).

Os secadores de cabine são empregados comumente em operações descontínuas, em uma só ou de mais unidades, são bastante flexíveis e dos mais econômicos de construir e o de melhor condição para serem mantidos (KIRANOUDIS et al., 1997). São destinados à desidratação, em pequena escala, de frutas e de hortaliças. São constituídos de uma câmara que recebe as bandejas com o produto a secar. O ar, impulsionado por um ventilador, passa por um sistema de aquecimento e dá entrada na câmara, passando pelo material que está secando (DAS et al., 2001). Para regular a entrada de ar seco e a quantidade de recirculação, o secador dispõe de um sistema de moderadores. A característica inconveniente dos secadores de cabine é que, muitas vezes, a distribuição de ar não é inteiramente uniforme e, por essa razão, o produto pode ser dessecado desigualmente; para evitar o transtorno, se recorre à prática antifuncional de ter, constantemente, de efetuar mudança dos vagonetes e/ou bandejas de lugar para proceder à troca de posição e otimizar o processo de secagem (KIRANOUDIS et al., 1997).

Utilizam-se hortaliças (folhas e hastes) saudáveis e limpas que são cortadas e espalhadas em secadores pelos quais circula ar quente. Dessa forma, regulando a velocidade

do ar, condições de temperatura e umidade, o grau de umidade final dos pedaços de hortaliças varia de 14 a 15% e se acondicionadas hermeticamente, conservam-se sem problemas (MORENO-PEREZ et al., 1996; DOYMAZ, 2008). É conveniente advertir o consumidor de que a reidratação deve ser realizada anteriormente à cocção para obter uma melhor textura final (SALINAS, 2002).

A preparação dos alimentos para secagem é realizada da mesma maneira que para o congelamento, com poucas exceções. Dessa forma, no preparo de hortaliças a serem congeladas, o branqueamento é um passo vital antes da desidratação. A função primária dessa etapa é inativar enzimas que podem tornar-se ativas e causar alterações indesejáveis no produto acabado (ARAÚJO, 2011).

As enzimas que existem nos vegetais compreendem uma enorme variedade e já foram identificadas proteases, lipases, amilases, invertases, oxidades, redutases e muitas mais relacionadas às inúmeras modificações que ocorrem nas plantas (O'DONNELL et al., 2010). Uma característica relevante, porque tem a ver com as possibilidades de conservação, é que as enzimas têm sua temperatura ótima de ação em níveis baixos, e, por isso, tornam difícil a conservação a frio, meio tão comum para resguardar de mudanças nos tecidos dos alimentos. Outro fator que as mostra com grande atividade é o conteúdo aquoso muito superior ao de outros alimentos (SALINAS, 2002).

Peroxidasas são enzimas capazes de oxidar diferentes compostos, na presença de peróxidos, gerando radicais livres. Na ausência de peróxidos, essas enzimas podem ainda catalisar a oxidação de alguns substratos com auxílio de oxigênio molecular e também promover a hidroxilação de diferentes compostos aromáticos (tirosina, fenilalanina e outros fenólicos) (FREITAS et al., 2008).

A peroxidase é considerada uma das enzimas mais termorresistentes, de forma que, quando inativada, certamente as demais enzimas e os microrganismos patogênicos serão destruídos (FREITAS et al., 2008). Na maioria dos casos, o branqueamento entre 90 e 100°C/3,0 minutos é o suficiente para destruí-la (ARAÚJO, 2011). Vegetais folhosos geralmente necessitam de menos tempo do que ervilhas, feijão ou cenouras (JAY, 2005). O inibidor químico mais frequentemente utilizado no controle da peroxidase na indústria é o dióxido de carbono ou sulfitos (ARAÚJO, 2011). A utilização de 0,1 a 0,15% de metabissulfito de sódio previne a formação de *off flavor* durante o armazenamento de vegetais estocados.

Entre as funções secundárias benéficas desse pré-tratamento, podem-se citar, facilitar a embalagem de produtos folhosos, devido ao murchamento das folhas; retirar o ar existente nos tecidos das plantas; fixar a cor verde de certos vegetais e reduzir o número de microrganismos presentes nos alimentos, em até 2 ciclos logarítmicos (99%) (BARRETT e THEERAKULKAIT, 1995; BAHCECI et al., 2005).

Na secagem de certas hortaliças, a matéria-prima é tratada com dióxido de enxofre (SO₂), por imersão ou borrifamento, até que níveis entre 1.000 e 3.000 ppm sejam absorvidos (JAY, 2005). O dióxido de enxofre é um dos aditivos de uso mais frequente no controle de fungos filamentosos e leveduras na indústria de alimentos, com pouco efeito sobre bactérias. A sua atividade aumenta com a diminuição do pH (pKa = 1,81), sendo principalmente derivado da forma não dissociada do ácido sulfuroso. A forma de gás do dióxido de enxofre é utilizada na preservação de hortaliças desidratadas, enquanto as soluções de sulfito são empregadas em alimentos líquidos (SCHIMZ, 1980).

O sulfito reduz a destruição do caroteno e do ácido ascórbico; reage com o oxigênio molecular (removedor) formando sulfato; e inibe numerosas enzimas, incluindo a polifenoloxidase, a lipoxigenase e a ascórbico-oxidase. É também efetivo na inibição do escurecimento não enzimático, reagindo com carbonilas intermediárias e, desse modo,

prevenindo sua participação na reação que leva a formação de pigmentos escuros (ISAAC et al., 2006).

A Resolução CNS/MS nº4/1988, preconiza que o limite máximo de dióxido de enxofre em legumes e verduras desidratadas é de 0,02% (g/100g) (BRASIL, 1988). Em face da rápida reação do sulfito com os componentes do alimento, espera-se encontrar muito pouco sulfito livre no produto no momento do consumo (GRENGA et al., 2012). A aplicação desse aditivo é questionável devido aos efeitos adversos em indivíduos alérgicos e asmáticos (CARBALLO et al., 2003).

Embora algumas espécies de microrganismos sejam destruídas no processo de secagem, muitos podem ser recuperados de alimentos secos, especialmente quando estes são de baixa qualidade e se não foram seguidas práticas apropriadas nas etapas de pré e secagem (JAY, 2005).

Alimentos secos, desidratados ou com umidade baixa são aqueles que, geralmente, não contêm mais de 25% de umidade e têm atividade de água (A_a) entre 0,00 e 0,60 (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2008). A maioria das bactérias necessita de A_a acima de 0,90 para crescer, elas praticamente não causam deterioração de alimentos secos (GUYNOT et al., 2002; GOCK et al., 2003). Com A_a baixa, as leveduras e os fungos filamentosos são os microrganismos mais provavelmente encontrados. Embora a deterioração seja, de maneira geral, prevenida com A_a menores de 0,65, alguns fungos podem crescer lentamente com A_a de 0,60 a 0,62 (HELL et al., 2009). Leveduras osmofílicas, tais como algumas linhagens de *Zygosaccharomyces rouxii*, têm apresentado crescimento com A_a de 0,65, sob certas condições (ZAMORA e CHIRIFE, 2006). O grupo mais problemático de microrganismos em alimentos secos são os fungos, sendo o grupo *Aspergillus glaucus* o mais notório para valores de A_a baixos (ATALLA et al., 2003). De acordo com Thomas e Davenport (1985) as espécies de *Zygosaccharomyces* são muito resistentes aos conservadores químicos utilizados em alimentos (ácido sórbico e ácidos benzoicos e seus respectivos sais). Não foram encontrados relatos da resistência ao sulfito por essa levedura, o que poderia tornar ineficiente o uso desse conservante na desidratação para controle desse gênero.

A ANVISA determina, na Resolução RDC nº 272/2005, que produtos vegetais secos ou desidratados devem apresentar umidade máxima de 12% (g/100 g), exceto produtos embalados a vácuo ou atmosfera modificada (BRASIL, 2005a).

Os órgãos governamentais responsáveis pela saúde pública têm aumentando a exigência sobre as indústrias envolvidas no processamento de alimentos, no que diz respeito aos padrões de qualidade durante a manufatura e obtenção do produto final, a fim de garantir a segurança dos alimentos (ANDRADE, 2008).

A ANVISA preconiza, na Resolução RDC 12/2001, que hortaliças secas, desidratadas ou liofilizadas devem apresentar contagem máxima de 10^3 Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra (UFC/g) para Coliformes a 45°C e 10^2 UFC/g Estafilococos coagulase positiva/g, além de ausência de *Salmonella* spp. em 25g em amostra indicativa (BRASIL, 2001).

Em função da demanda crescente por hortaliças desidratadas, diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de aprimorar as condições de processamento, bem como prolongar a vida útil desses produtos, avaliar a qualidade física, química, nutricional, sensorial, microbiológica e a cinética de secagem de hortaliças desidratadas (BOUKOUVALAS et al., 2010, vários vegetais; PHUNGAMNGOEN et al., 2011, couve; SELLAMI et al., 2011, *Laurus nobilis* L. - folha aromática; TANONGKANKIT et al., 2011, repolho; GUINÉ e BARROCA, 2012, abobora e pimenta verde; LIN et al., 2012, *Rabdosia serra* - erva; OLIVEIRA e SOARES, 2012, alfavaca e coentro). Porém, não foi encontrado nenhum trabalho disponível na Literatura que avalie a estabilidade química, nutricional, sensorial e microbiológica de jambu desidratado.

2.4 Efeitos da secagem nas hortaliças

A qualidade de hortaliças desidratadas é uma característica fundamental, que deve ser levada em consideração na otimização do processo secagem (CHONG et al., 2013). É também uma característica fundamental para determinar a adequação de um secador na secagem de hortaliças, em função das propriedades físicas que se alteraram de acordo com as diferentes técnicas de secagem aplicadas. Atualmente, a degradação de hortaliças desidratadas devido à aplicação de secagem é a principal preocupação (CHIEWCHAN et al., 2010). A secagem deve ser capaz de minimizar a mudança das propriedades físicas de hortaliças, a fim de aumentar o valor comercial dos produtos secos (CHONG et al., 2013).

Durante a secagem, mudanças estruturais e modificações físico-químicas afetam a qualidade do produto final, além dos aspectos de qualidade envolvido na conservação por secagem em relação à qualidade dos produtos frescos e técnicas de secagem aplicadas (WANKHADE et al., 2013). Por conseguinte, um processo apropriado para a secagem de alimentos tem de ser determinado para reduzir várias mudanças (CHIEWCHAN et al., 2010).

A obtenção de produtos de alta qualidade está relacionada com o consumo de energia e maior tempo de secagem (GAWALEK, 2005). Assim, os aspectos econômicos devem ser considerados e os parâmetros de secagem devem ser otimizados do ponto de vista de tempo de processo, o consumo de energia e da qualidade dos produtos secos, que deverá ser o indicador mais importante (KOWALSKI et al., 2013).

A velocidade de uma reação química em produtos alimentícios é função de muitos fatores, principalmente da concentração, disponibilidade e mobilidade de substâncias; temperatura, pH, potencial de oxirredução, inibidores e catalisadores (ALVES e BORDIN, 1998; CANO-CHAUCA et al., 2005; KOWALSKA e LENART, 2005). Portanto, os efeitos do processamento sobre as alterações químicas em hortaliças variam muito com a natureza do processo e a combinação do tecido vegetal (LEWICKI, 2006).

Todos os produtos sofrem mudanças durante a secagem e a estocagem que reduzem a sua qualidade, quando comparada com a do produto fresco (HIRANVARACHAT et al., 2012). O objetivo de melhorar as tecnologias de secagem é minimizar essas mudanças e maximizar a eficiência do processo (SENADEERA et al., 1998). O projeto e operação dos equipamentos de secagem objetivam minimizar essas alterações, por meio de condições apropriadas de desidratação para cada alimento em particular (CHIEWCHAN et al., 2010). As principais alterações nos alimentos desidratados são na textura e perdas no sabor ou aroma, porém as mudanças na cor e no valor nutricional são também significativas em alguns alimentos (MOHR, 1994; ZANONI et al., 1999).

Todos os danos físicos que possam sofrer as hortaliças aumentam substancialmente a susceptibilidade as reações químicas e ação de microrganismos, por isso, é necessário ser muito cuidadoso na manipulação (SALINAS, 2002).

Com a secagem inicial muito rápida (com ar que apresenta grande diferença de temperatura entre bulbo seco e o úmido), o vapor d'água pode ser eliminado da superfície do produto com maior rapidez do que a água que se desloca do centro do alimento. Nessas condições, pode aparecer forte retração da camada superficial, que se comporta como uma película dura e impermeável e oferece resistência à transferência posterior de vapor (HO et al., 2002).

Essa concentração ou retração é muito mais acentuada quando a desidratação é lenta e ocorre apesar da resistência dos elementos estruturais dos tecidos (ORDÓÑEZ, 2005). Nesse caso, o produto se retrai com a conseqüente redução de volume, tem a aparência diferente da original e é mais denso (MAYOR e SERENO, 2004). Quando a secagem é rápida, a formação de uma camada desidratada e rígida na superfície do alimento serve para fixar o volume final do produto. Nos casos em que a secagem é muito rápida, o produto resultante conserva

praticamente a forma e o volume iniciais, sendo leve e menos denso. Além disso, apresenta uma estrutura porosa que facilita a reidratação. Contudo, essa última característica torna-o mais sensível às alterações oxidativas (ORDÓÑEZ, 2005).

Mudanças na textura de alimentos sólidos são importantes causas de perdas de qualidade (LEWICKI, 2006). A natureza e o nível dos pré-tratamentos (por exemplo, adição de cloreto de cálcio na água de branqueamento), o tipo e grau da redução de tamanho e descascamento afetam a textura de hortaliças reidratadas (BILBAO-SÁINZ et al., 2005). A perda de textura nesse produto é causada pela gelatinização do amido, pela cristalização da celulose e por variações localizadas no teor de umidade durante a secagem, que causam estresses internos (BHUIYAN et al., 2000; MALUMBA et al., 2009). Elas rompem, comprimem e distorcem permanentemente a rigidez relativa das células, dando ao alimento uma aparência enrugada e encolhida. Durante a reidratação, o produto absorve água mais lentamente e não recupera a textura original e firme do material fresco (WANG et al., 2013; DENG et al., 2014a).

O calor não só vaporiza a água durante a secagem como também causa a perda de componentes voláteis dos vegetais (cetonas, aldeídos, ésteres, alcoóis e ácidos voláteis) e, como resultado, a maioria dos alimentos desidratados possui menos aroma do que o alimento original (SABAREZ et al., 2000). A estrutura porosa aberta dos alimentos desidratados permite acesso de oxigênio, que é uma segunda causa importante de perda de aromas devido à oxidação dos voláteis e dos lipídeos durante a estocagem (YAN et al., 2007). A maioria das hortaliças contém apenas pequenas quantidades de lipídeos, entretanto a oxidação de ácidos graxos insaturados que produz hidroperóxidos, com posterior produção de aldeídos, cetonas e ácidos, causa odores de ranço e outros compostos desagradáveis (VIDYASAGAR et al., 1991). A utilização de embalagem a vácuo e/ou manutenção de baixos teores de umidade são meios de reduzir essas alterações (MOLLER et al., 2000).

Alterações no sabor de hortaliças desidratadas são causadas também pelas enzimas hidrolíticas ou oxidativas que são inativadas pelo branqueamento (MATÉ et al., 1999; TEMBO et al., 2008). A atividade da peroxidase em hortaliças pode levar à destruição da vitamina C e descoloração de carotenoides e antocianinas (BEVERIDGE e HARRISON, 1984). A atividade da peroxidase está associada ao aparecimento de *off flavor* em alimentos termicamente processados de maneira inadequada, sem que ocorra a inativação da enzima. Essa enzima é capaz de oxidar compostos fenólicos apenas na presença de oxigênio (RUDRA et al., 2008).

A secagem modifica as características da superfície de um alimento e, portanto, altera sua refletividade e cor (WITROWA-RAJCHERT e RZACA, 2009). Em hortaliças, as alterações químicas dos pigmentos, carotenoides e da clorofila, são causadas pelo calor e pela oxidação durante a secagem, e a atividade residual da enzima polifenoloxidase causa o escurecimento durante a estocagem (KOWALSKI e PAWLOWSKI, 2010). Isso pode ser evitado pelo branqueamento ou tratamento com ácido ascórbico ou dióxido de enxofre (KINGSLEY et al., 2007).

A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila. Esse processo é causado por mais de um fator que pode atuar em conjunto ou isoladamente, como: alteração do pH, atividade de enzimas (clorofilase), presença de sistemas oxidantes (enzimáticos ou químicos) (SCHWARTZ e LORENZO, 1990; HEATON e MARANGONI, 1996).

Durante o armazenamento, os ácidos sofrem oxidação no ciclo de Krebs; por conseguinte, é de se esperar que seu conteúdo diminua durante a estocagem do produto (ALVES, 2010).

Em hortaliças, as perdas do valor nutricional durante o preparo geralmente são maiores do que aquelas provocadas pelas operações de secagem (AHRNÉ et al., 2003). Os nutrientes lipossolúveis estão, em sua maioria, contidos na matéria seca do alimento, o valor biológico e a digestibilidade de proteínas na maioria dos alimentos não mudam

substancialmente com a secagem (DENG et al., 2014b). As vitaminas possuem diferentes solubilidades em água e, à medida que a secagem prossegue, algumas tornam-se supersaturadas e precipitam-se na solução, com pouca perda. Outras são solúveis mesmo em teores de umidade muito baixos, reagindo mais fortemente com solutos com o andamento da secagem (SANTOS e SILVA, 2008). A vitamina C é também sensível ao calor e à oxidação, e, portanto, são necessários curtos tempos de secagem, baixas temperaturas, reduzidos teores de umidade e níveis de oxigênio minimizados durante a estocagem para evitar grandes perdas (RAMESH et al., 1999). Há destruição parcial também de provitaminas A por oxidação, porém a adição de sulfito pode causar diminuição do conteúdo de vitamina B₁ (ORDÓÑEZ, 2005). As diferentes formas de cocção podem modificar substancialmente algumas vitaminas, inclusive, alguns procedimentos industriais de conservação como, a sulfitação, branqueamento e a desidratação (SALINAS, 2002).

As perdas na pressão osmótica celular, mudanças na permeabilidade da membrana, migração de solutos, cristalização de polissacarídeos e coagulação de proteínas celulares contribuem para as mudanças de textura e perda de voláteis, ambas irreversíveis, dessa forma a água que é removida de um alimento durante a desidratação não pode ser recolocada da mesma forma quando o alimento é reidratado (LEWICKI, 1998; LAOPOOLKIT e SUWANNAPORN, 2011; WANG et al., 2013). O calor reduz o grau de hidratação do amido e a elasticidade das paredes celulares e coagula proteínas reduzindo sua capacidade de retenção de água (BRAIBANTI et al., 1980). A taxa e o grau de reidratação podem ser utilizados como indicativo da qualidade do alimento (LEWICKI, 2006). Os alimentos que são desidratados em condições ótimas, os danos são reduzidos e reidratam-se mais rapidamente e de forma mais completa do que os desidratados mais precariamente (NIJHUIS et al., 1998).

Durante a desidratação, também podem ocorrer outras alterações, como: mudança do estado cristalino ao amorfo (especialmente em açúcares); escurecimento não-enzimático, favorecida pela temperatura alcançada durante o processamento e pelo aumento de solutos no alimento, modificando desfavoravelmente a cor, o sabor, o valor nutritivo e, às vezes, também a capacidade de reidratação dos alimentos (ORDÓÑEZ, 2005).

Em geral, ao serem separadas de seu ambiente natural, as hortaliças sofrem dessecação e alterações em suas estruturas físicas, com o que, ao perder-se a vitalidade de seus tecidos, dão lugar à ação de suas próprias enzimas, que provocam grandes alterações (KERDPIBOON et al., 2007). Por conseguinte, são susceptíveis a bactérias e fungos, estes últimos originam colônias mais visíveis, conforme a cor dos esporos do fungo contaminante que costuma mudar de acordo com a variedade. Muitas bactérias causam alterações fermentativas, produzindo superfícies aquosas, com modificações da pectina (SALINAS, 2002).

Foram encontrados na Literatura apenas dois trabalhos que utilizaram a secagem com ar frio, Kubota e Cal-Vidal (1987) e Vieira e Cal-Vidal (1995).

2.5 Qualidade sensorial de jambu

A análise sensorial é um método científico utilizado para evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos que possam ser percebidas pelo sentido do paladar, visão, olfato, tato e audição (ABNT, 1993).

A função básica da análise sensorial é obter medidas das características sensoriais do alimento que são percebidas pelos seres humanos, tais como o aspecto, o aroma, sabor e textura. Nessa área de estudo, o alimento é o elemento a ser avaliado e o homem é o instrumento de mensuração. Portanto, as informações obtidas a partir das análises sensoriais são únicas e difere claramente de outras fontes de informação (métodos analíticos e/ou instrumentais) que são utilizadas para caracterizar alimentos (MEAD e GAY, 1995).

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos (LANZILLOTTI e LANZILLOTTI, 1999). Para isso é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos (MONTEIRO, 2009). As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nessa avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somato-sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (IAL, 2008).

Para a obtenção de um produto que possa se estabelecer no mercado consumidor, as empresas devem investir na área de desenvolvimento de produtos e análise sensorial (Pal et al., 1985 apud OLIVEIRA, 2006).

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim (KEMP, 2008). Pode-se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto (LANZILLOTTI e LANZILLOTTI, 1999). Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado, é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto (TEIXEIRA, 2009).

Os métodos afetivos de análise sensorial medem atitudes subjetivas do julgador, como aceitação ou preferência de um produto. Nesse tipo de método utilizam-se julgadores não treinados e que não tenham conhecimento prévio sobre o produto que está avaliando. Os testes de aceitação são utilizados quando se deseja saber o grau com que o consumidor gosta ou não do produto, utilizando várias formas de escala, como a Escala Hedônica (CHAVES e SPROESSER, 2005).

A Escala Hedônica de 9 pontos é internacionalmente aceita e amplamente utilizada. Essa escala é composta por 9 categorias verbais, variando de "desgostei extremamente" a "gostei extremamente" (YEU et al., 2008). Apresenta ainda uma categoria neutra localizada no centro da escala associada ao termo "nem gostei nem desgostei" (NICOLAS et al., 2010).

Os testes afetivos são importante ferramenta, pois obtêm diretamente a opinião (preferência ou aceitação) do consumidor em relação a ideias, características específicas ou globais de determinado produto, sendo, por isso, também denominados de teste de consumidor (MINIM, 2010).

Os testes afetivos não substituem, e não são uma alternativa às pesquisas de mercado em grande escala (MINIM, 2010). Apresentam menor custo devido ao reduzido número de pessoas e pouco período de tempo, podendo ser utilizados, portanto, para eliminar os produtos de baixa qualidade, reduzindo o número de amostras que seriam encaminhadas para a pesquisa de mercado.

Os testes de preferência são usados quando se deseja comparar vários produtos quanto à preferência (MINIM, 2010). Esses testes, embora meçam a preferência dos consumidores, não indicam se eles gostaram ou não dos produtos avaliados. Portanto, o pesquisador deve ter conhecimento prévio sobre a avaliação afetiva desses produtos. Nas indústrias alimentícias esses testes são utilizados no desenvolvimento de novos produtos, melhoria de produtos, alteração de processos de produção, formulação de produtos, dentre outras formas.

Os testes de aceitação não devem ser utilizados para controle de qualidade na produção de alimentos, já que é preciso um grande número de julgadores para maior exatidão

do teste. Além disso, a informação obtida refere-se à aceitação do produto (CHAVES e SPROESSER, 2005).

CAPÍTULO I.

SECAGEM DO JAMBU (*Spilanthus oleracea* L.) COM AR FRIO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

Artigo aceito pela Revista Magistra

BARBOSA, A. F.¹; MAIA, J. G. S.²; FARIA, L. J. G.³; GUSMÃO, S. A. L. de⁴; SABAA-SRUR, A. U. O.⁵

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, BR-465, Km 7. CEP: 23.890-000, Seropédica-RJ, Brasil. E-mail: alanfbarbosa@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Química, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP: 66.075-110, Belém-PA. E-mail: gmaia@ufpa.br

³ Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Química, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP: 66.075-110, Belém-PA. E-mail: lenio@ufpa.br

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências Agrárias, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 - Montese, CEP: 66.077-901, Belém-PA. E-mail: sergio.gusmao@ufra.edu.br

⁵ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Departamento de Nutrição Básica e Experimental, Av. Carlos Chagas Filho, 373 - Ilha do Fundão, CEP: 21.941-902, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: sabaasrur@gmail.com

RESUMO

Spilanthes oleracea L. conhecida popularmente como jambu é uma planta nativa da Amazônia muito usada como condimento em pratos típicos da região norte, como o tacacá e o pato no tucupi, além de ter aplicação na medicina popular para o tratamento de afecções na boca e garganta e como analgésico para dores de dentes. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica do jambu *in natura* e seco, bem como determinar a curva de secagem dessa hortaliça. O tempo total de secagem foi de 44,5 horas. O jambu *in natura* e seco apresentaram-se de acordo com a Legislação vigente (RDC 12/2001) quanto aos aspectos microbiológicos. Desse modo, torna-se viável a comercialização do jambu seco, facilitando o transporte, manuseio e diminuindo a massa dessa hortaliça.

Palavras-chave: Jambu, Hortaliça, Secagem, Conservação, Umidade.

ABSTRACT

Spilanthes oleracea L. popularly known as jambu is a plant native to the Amazon commonly used as a condiment for traditional dishes from the northern region, as tacacá and duck in tucupi, and have application in folk medicine for the treatment of diseases in the mouth and throat and as an analgesic for toothaches. The objective of this study was to evaluate the microbiological quality of jambu fresh and dried, and to determine the drying curve of this vegetable. The total drying time was 44.5 hours. The jambu fresh and dried presented in accordance with current legislation (RDC 12/2001) as the microbiological aspects. Thus, it becomes feasible to market the dried jambu, facilitating the transportation, handling and reducing the mass of this vegetable.

Key words: Jambu, Vegetable, Drying, Conservation, Moisture.

1 Introdução

O jambu é uma hortaliça bastante cultivada e consumida na região Norte do Brasil, principalmente no Estado do Pará, sendo sua maior demanda nos períodos festivos, tais como o Círio de Nazaré e as festas de fim de ano (HOMMA et al., 2011). Popularmente essa planta também é utilizada como erva medicinal, pois segundo os dizeres populares, suas folhas e flores podem ser recomendadas para elaboração de infusões no tratamento de anemia, dor de dente e garganta, sendo sugerido como antibiótico e anestésico (BORGES et al., 2013).

O jambu, por ser uma folhosa com alto teor de umidade apresenta curto período de vida de prateleira, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias pós-colheita para aumentar a validade comercial desse alimento e atender mercados distantes (CANO-CHAUCA et al., 2002). Uma possível tecnologia de conservação dessa hortaliça é a secagem, que consiste na remoção de parte da água livre, na forma de vapor, com consequente redução da atividade de água, afetando o crescimento microbiano, reações enzimáticas e outras de origem química e física (RUSSO et al., 2013). Os resultados da secagem podem aumentar o período de conservação dos alimentos, reduzindo o peso e volume, além de diminuir os custos de transporte e armazenamento, bem como facilitar o uso e diversificar a sua oferta (BARBOSA e SABAA-SRUR, 2012).

A secagem a frio é uma simplificação do processo de liofilização à pressão atmosférica, mediante a eliminação da etapa de congelamento (VIEIRA e CAL-VIDAL, 1995). A remoção de água ocorre em ambientes de baixas temperaturas e umidades relativas, sendo mantida no estado líquido durante todo o processo (KUBOTA e CAL-VIDAL, 1987).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da resolução RDC nº 12, regulamenta os padrões microbiológicos para hortaliças *in natura* e seca, estabelecendo ausência de *Salmonella* spp. para ambas as amostras e estabelece valor máximo de 10^3 UFC/g para coliformes e 10^2 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positiva para hortaliça seca (BRASIL, 2001).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade microbiológica de jambu *in natura* e seco, bem como determinar a curva de secagem dessa hortaliça.

2 Material e métodos

Folhas, hastes e inflorescências de jambu orgânico foram coletadas no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará. Um exemplar da planta (MG205534) foi identificado como *Spilanthes oleracea* L. e incorporado ao herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

Para a secagem do jambu, inicialmente a hortaliça foi lavada para retirada de resíduos da terra em água corrente. A seguir, foram removidas as raízes com facas inoxidáveis, eliminando-se as partes da hortaliça rasgadas, amassadas, escurecidas nas extremidades. A matéria-prima foi sanitizada, em imersão em solução com 200 ppm (mg.L^{-1}) de hipoclorito de sódio, durante 10 minutos. Em seguida foi realizado o enxague final com imersão em solução de 5 ppm de hipoclorito de sódio (mg.L^{-1}), durante 10 minutos com posterior drenagem da água. Antes da análise microbiológica do jambu *in natura* foi realizada uma lavagem da hortaliça para retirada de resíduos de terra em água corrente.

O processo de secagem a frio foi realizado em sala climatizada com ar condicionado a 25°C e utilizando um desumidificador. Não foi utilizada temperatura inferior a 25°C para evitar a condensação da água na sala de secagem (o vapor d'água se condensa ao encontrar uma superfície fria ou uma corrente de ar frio) com consequente aumento da umidade do ambiente.

A perda de água durante a secagem foi determinada pelo método gravimétrico, mediante pesagens periódicas (0, 5, 20, 40, 60 e a cada 30 minutos), em balança Filizola modelo BP15, até peso constante. Essas pesagens foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em base seca. Terminada a secagem, a amostra de jambu seca foi utilizada para determinar a massa seca, segundo metodologia do IAL (2008). A umidade foi expressa em base seca (g de água/g de sólido seco). A curva de secagem foi construída com o teor de umidade do jambu no decorrer do tempo de secagem e indicou o decaimento do teor de água do material.

Foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes a 45°C para o jambu *in natura* e seco segundo metodologias descritas pela APHA (2001).

3 Resultados e discussão

A Figura 1 mostra a curva de secagem do jambu em temperatura de 25°C com tempo total de secagem de 44,5 horas.

O comportamento de secagem pode apresentar taxas de secagem constante e/ou decrescente. Para produtos biológicos, o comportamento de secagem é, geralmente, decrescente. Esse comportamento é determinado pela migração interna de umidade (PARK et al. 2002; BENDLIN, 2003). Na Figura 1, observa-se, comportamento de taxa de secagem decrescente. Verifica-se pelo comportamento da curva de secagem que não há evidência de presença de umidade superficial, somente interna. A evidência de não haver umidade superficial se baseia na análise do comportamento das curvas de secagem no seu início. Quando há indícios de umidade superficial a parte inicial da curva é linear, ou seja, a transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. A água evaporada nesse caso é a água livre (PARK et al., 2001).

Pena e colaboradores (2008), na secagem da fibra residual do maracujá, e Azoubel e colaboradores (2009), na secagem de caju, observaram também taxas de secagem decrescentes.

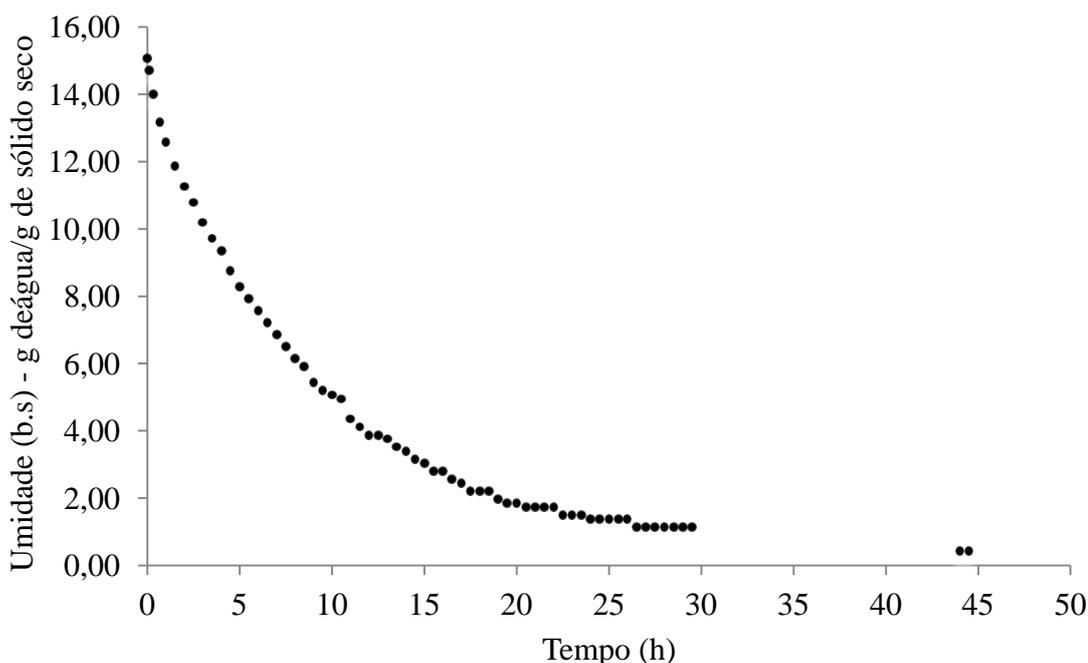


Figura 1. Curva de secagem de jambu.

A umidade relativa inicial do ar de secagem foi de 60,9% (b.u) e umidade final de 54,5% (b.u).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises microbiológicas de jambu *in natura* e seco. Nas duas amostras de jambu analisadas neste trabalho, não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. Logo, os resultados microbiológicos apresentaram-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela RDC nº 12/2001 para hortaliças *in natura* e secas (BRASIL, 2001).

As pesquisas microbiológicas mostra que a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva foi $< 1 \times 10^1$ UFC/g para o jambu seco, estando dentro dos padrões da Legislação vigente, que preconiza para hortaliças secas contagem máxima de 10^2 (BRASIL, 2001).

Foi observado também que o jambu seco apresentou enumeração de coliformes a 45°C < 3 NMP/g, atendendo a legislação vigente que determina carga máxima de 10^3 NMP/g UFC/g (BRASIL, 2001).

Esses resultados revelaram que os processos de sanitização utilizados para lavagem e desinfecção dessa matéria-prima e os seus manuseios durante o processo de secagem foram eficientes. A redução da água disponível no alimento também contribuiu para o controle do crescimento bacteriano, uma vez que a maioria das espécies patogênicas e deteriorantes não pode crescer sob condições de baixa atividade de água.

Sant'ana e colaboradores (2011), ao avaliarem 512 embalagens de hortaliças minimamente processadas, observaram que quatro apresentaram *Salmonella* spp. positivo. *Salmonella* foi detectada em um pacote de alface e rúcula, e os sorovares foram *Salmonella* Typhimurium e *Salmonella enterica* subsp. *enterica* O:47:z4,z23, respectivamente. Em estudo de enumeração, alface orgânica e mix de legumes (escarola e chicória) apresentaram contagens da bactéria ($8,8 \times 10^2$ UFC/g, e $2,4 \times 10^2$ UFC/g, respectivamente) e ambos isolados pertenciam ao sorovar *S. Typhimurium*.

Tabela 1. Resultados das análises microbiológicas de jambu *in natura* e seco.

Jambu	<i>Salmonella</i> spp./25g	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)
<i>In natura</i>	Ausente	$< 1 \times 10^1$	< 3
Seco	Ausente	$< 1 \times 10^1$	< 3

4 Conclusões

O jambu *in natura* e seco apresentou-se de acordo com a Legislação vigente quanto aos aspectos microbiológicos. Desse modo, considerando os aspectos sanitários, torna-se viável a comercialização do jambu seco, facilitando o transporte, manuseio e diminuindo a massa da hortaliça.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro na forma de bolsa outorgada ao primeiro autor, para realização de seus estudos de mestrado e a FAPERJ pelo fomento concedido para realização da parte experimental da pesquisa.

5 Referências bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2 ed. Washington, DC, 2001. 914p

AZOUBEL, P. M.; EL-AOUAR, A. A.; TONON, R. V.; KUROZAWA, L. E.; ANTONIO, G. C.; ELIZABETH, F.; XIDIEH MURR, X.; PARK, K. J. Effect of osmotic dehydration on the drying kinetics and quality of cashew Apple. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 980-986, 2009.

BARBOSA, A. F.; SABAA-SRUR, A. U. O. Desidratação de folhas e hastes de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) com ar quente. In: ANAIS DO FÓRUM DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 7, 2012, Seropédica-RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012. CD-ROM

BENDLIN, R. C. S. **Secagem convectiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. 2003. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.

BORGES, L. da S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 83-94, 2013.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de jan. 2001. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 03/06/2013

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Color and texture evaluation during banana drying (*Musa spp nanica* (AAA)). **Alimentaria**, v. 339, p. 153-158, 2002.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. da S.; MENEZES, A. J. E. A. de; GUSMÃO, S. A. L. de Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4 ed. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p

KUBOTA, E. H.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de um produto lácteo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 42, n. 253, p. 35- 42, 1987.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Drying of pear d'Anjou with and without osmoticdehydration. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 97-103, 2002.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrussp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, 2001.

PENA, R. S.; SILVA, D. M. S.; MENDONÇA, N. B.; ALMEIDA, M. D. C. Estudo da secagem da fibra residual do maracujá. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2008.

RUSSO, P.; ADILETTA G.; MATTEO, M. D. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 249-256, 2013.

SANT'ANA, A. S.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T.; FRANCO, B. D. G. M. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in São Paulo, Brazil. **Food Microbiology**, v. 28, p. 1235-1237, 2011.

VIEIRA, J. A. G.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de creme de abacate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 553-562, 1995.

CAPÍTULO II.

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO JAMBU (*Spilanthes oleracea* L.) *IN NATURA* E SECO

Artigo aceito pela Revista Magistra

BARBOSA, A. F.¹; MAIA, J. G. S.²; FARIA, L. J. G.³; GUSMÃO, S. A. L. de⁴; SABAA-SRUR, A. U. O.⁵

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, BR-465, Km 7. CEP: 23.890-000, Seropédica-RJ, Brasil. E-mail: alanfbarbosa@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Química, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP: 66.075-110, Belém-PA. E-mail: gmaia@ufpa.br

³ Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia Química, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, CEP: 66.075-110, Belém-PA. E-mail: lenio@ufpa.br

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências Agrárias, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 - Montese, CEP: 66.077-901, Belém-PA. E-mail: sergio.gusmao@ufra.edu.br

⁵ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Departamento de Nutrição Básica e Experimental, Av. Carlos Chagas Filho, 373 - Ilha do Fundão, CEP: 21.941-902, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: sabaasrur@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição centesimal do jambu (*Spilanthes oleracea* L.), hortaliça largamente utilizada na culinária da Amazônia. Determinou-se a composição centesimal dessa folhosa na forma *in natura* e seca, de acordo com metodologia do IAL (2008). Os resultados mostraram diferenças significativas, ao nível de 5% pelo teste t, em relação aos teores de lipídeos, fibras solúveis e insolúveis e cinzas entre as amostras avaliadas. O jambu seco apresentou maiores valores dessas propriedades analisadas, exceto para o conteúdo de fibras solúveis. Não houve diferença significativa, ao nível de 5% de significância pelo teste t, quanto ao teor de proteína entre as amostras avaliadas. O jambu *in natura* apresentou baixo valor calórico (28,17 kcal em base úmida e 281,27 kcal em base seca), além de baixo teor de lipídeos, interessante para dietas de controle de peso. As análises de composição centesimal do jambu *in natura* apresentaram teores semelhantes em relação à Tabela do IBGE, exceto quanto ao conteúdo de lipídeos. Dessa forma, a secagem para jambu pode ser utilizada uma vez que não influencia a composição centesimal da hortaliça, além de agregar valor ao produto.

Palavras-chave: Hortaliça, Jambu, Composição nutricional, Secagem.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the chemical composition of the jambu (*Spilanthes oleracea* L.), widely used in cooking vegetable Amazon. Determined the chemical composition of this vegetable in the fresh form, dried, according to the methodology of the IAL (2008). The results showed significant differences at the 5% level by t test, compared to the lipid content, soluble and insoluble fiber and ash between the analyzed samples. Dry jambu showed higher values of these properties analyzed, except for the contents of soluble fiber. There was no significant difference at the 5% level of significance by t test, as the protein content between the analyzed samples. The jambu presented *in natura* low calorific value (28,17 kcal on a wet basis and 281,27 kcal in dry basis), and low lipid content,

interesting diets for weight control. The analyzes of chemical composition of jambu *in natura* showed similar levels relative to Table of IBGE, except for the lipid content. Thus, the drying can be used for jambu since it does not influence the chemical composition of vegetable, besides adding value to the product.

Key words: Vegetable, Jambu, Nutritional composition, Drying.

1 Introdução

O conhecimento da composição química de hortaliças é fundamental para contribuição nutricional da dieta humana (GOUVEIA et al., 2004). Os alimentos vegetais fornecem energia, principalmente pelos carboidratos. Esses produtos são fonte importante de outros nutrientes (vitaminas, minerais e fibra dietética) e outros componentes não nutrientes (por exemplo, antioxidantes), os quais são componentes fundamentais e funcionais para dietas saudáveis (FENNEMA, 2008).

Conhecida popularmente como jambu (*Spilanthes oleracea* L.) é uma planta nativa da Amazônia muito usada como condimento em pratos típicos da região Norte do Brasil, como o tacacá e o pato no tucupi, além de ter aplicação na medicina popular para o tratamento de estomatites, resfriados e como analgésico (NASCIMENTO et al., 2013). A planta apresenta propriedades químicas importantes, que desperta o interesse da indústria farmacêutica, principalmente pela presença do seu princípio ativo, o espilantol (BORGES et al., 2012).

O jambu, por ser uma folhosa com alto teor de umidade apresenta curto período de validade comercial. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias pós-colheita para aumentar a vida útil desse alimento e atender mercados distantes. Uma possível tecnologia de conservação dessa hortaliça é a secagem (BARBOSA e SABAA-SRUR, 2012).

A secagem a frio é uma simplificação do processo de liofilização à pressão atmosférica, mediante a eliminação da etapa de congelamento. A remoção da água ocorre em ambientes de baixas temperaturas e reduzidas umidades relativas, sendo mantida no estado líquido durante todo o processo (KUBOTA e CAL-VIDAL, 1987).

Apesar de sua importância, não há estudos que avaliem a composição química dessa hortaliça. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a composição centesimal de *Spilanthes oleracea* L. *in natura* e seco.

2 Material e métodos

Folhas, hastes e inflorescências de jambu orgânico foram coletadas no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará. Um exemplar da planta (MG205534) foi identificado como *Spilanthes oleracea* L. e incorporado ao herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

O processo de secagem a frio foi realizado em sala climatizada com ar condicionado a 25°C e utilizando um desumidificador.

Umidade, lipídeos totais, proteína, fibras e conteúdo mineral foram determinados de acordo com o IAL (2008). O teor de proteína total foi mensurado pelo conteúdo de nitrogênio total, e este foi multiplicado pelo fator de conversão 5,75, de acordo com a RDC nº 360/2003 (BRASIL, 2003). O conteúdo total de carboidratos foi estimado por diferença entre 100 e o somatório dos constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e fibras), conforme a RDC nº 360 (BRASIL, 2003). O valor calórico total foi calculado empregando-se 4 kcal.g⁻¹, para proteínas e carboidratos, e 9 kcal.g⁻¹, para lipídeos (BRASIL, 2003).

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados foram apresentados como média e desvio padrão. Para comparar as médias foi utilizado o teste t de Student, ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$), por meio do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

3 Resultados e discussão

O jambu *in natura* e seco apresentaram teores de umidade de $89,98 \pm 0,10$ e $10,07 \pm 0,03$, respectivamente. O jambu *in natura* contém elevado teor de água (89,98%), valor próximo ao encontrado na Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil - IBGE (2011), que foi de 89%. O jambu seco (10,07% de umidade) está de acordo com a RDC nº 272/2005 quanto ao conteúdo de umidade, que estabelece que produtos vegetais secos ou desidratados devem conter no máximo 12% de umidade (BRASIL, 2005).

A composição centesimal de jambu *in natura* e seco está apresentada na Tabela 1. A maior fração encontrada foi para o teor de carboidrato e as menores frações para lipídeos e proteínas, apresentando perfil nutricional semelhante à maioria das hortaliças.

Os resultados mostraram diferenças significativas, ao nível de 5% pelo teste t, quanto ao teor de lipídeos, fibras solúveis e insolúveis e cinzas entre as amostras avaliadas, sendo que o jambu seco apresentou maiores valores dessas propriedades analisadas, exceto quanto ao conteúdo de fibras solúveis. Não houve diferença significativa, ao nível de 5% de significância pelo teste t, quanto ao teor de proteína entre as amostras avaliadas (Tabela 1).

O presente estudo encontrou 0,87% de lipídeos (em base seca) no jambu *in natura*, que corresponde a 0,09% (em base úmida), valor bem menor do que relatado pelo IBGE (2011) de 0,3% (em base úmida) (Tabela 1), diferença que pode ser creditada ao tipo de cultivo e tratos culturais, nesse caso, o jambu foi oriundo de sistema orgânico, enquanto que os divulgados pelo IBGE do manejo tradicional. Os demais resultados da composição centesimal obtidos nesta pesquisa quanto ao jambu *in natura* mostraram-se semelhantes ao IBGE (2011).

Jorgensen e colaboradores (2012), ao avaliarem a composição lipídica de frutas e hortaliças (maçã, cenoura, couve, ervilha e batata) cultivadas em sistema tradicional e orgânico, observaram que não houve influência do tipo de cultivo na composição química desse nutriente nos alimentos avaliados. Porém, as diferenças nas concentrações de nutrientes de alimentos orgânicos e convencionais têm variado dependendo da fonte do alimento estudado (BOURN e PRESCOTT, 2002).

Chama-se a atenção para o baixo valor calórico do jambu *in natura*, onde 100 g representam 281,27 kcal (em base seca) que corresponde a 28,17 kcal em base úmida (Tabela 1). Dessa forma, essa folhosa pode contribuir para dietas de controle de peso.

Tabela 1. Composição centesimal e valor energético total (g/100g - base seca) de *Spilanthes oleracea* L.

Determinações¹	Jambu <i>in natura</i>	Jambu <i>in natura</i>*	Jambu seco
Lipídeos	0,87 ± 0,07 ^a	0,30	3,31 ± 0,16 ^b
Proteína	16,08 ± 0,55 ^a	1,90	15,29 ± 0,23 ^a
Carboidratos totais ³	52,28	7,20	37,13
Fibras solúveis	0,89 ± 0,05 ^a	1,30	0,50 ± 0,02 ^b
Fibras insolúveis	16,74 ± 0,37 ^a	-	26,88 ± 0,65 ^b
Cinzas	13,14 ± 0,16 ^a	1,60	16,89 ± 0,15 ^b
Valor energético total (kcal) ²	281,27	32	239,47

¹Dados expressos como média ± desvio padrão; ²Valor teórico; ³Calculado por diferença; Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de significância pelo teste t.

* Resultados expressos em base úmida. Fonte: IBGE, 2011

Devido à dificuldade de encontrar trabalhos na Literatura que avaliem a composição centesimal de jambu *in natura* e seco, os resultados desta pesquisa foram comparados com outras hortaliças. Oliveira e Soares (2012), ao avaliar a composição centesimal de alfavaca e coentro *in natura*, obtiveram resultados semelhantes em relação ao jambu *in natura* quanto aos teores de umidade, cinzas e carboidratos. Entretanto, as frações de proteína, lipídeo e fibra apresentaram maiores teor na alfavaca e maior conteúdo de proteína e lipídeo e menor teor de fibra no coentro. O jambu seco apresentou composição centesimal semelhante ao encontrado também por Oliveira e Soares (2012), ao avaliar alfavaca e coentro secos, diferindo quanto ao conteúdo de proteína em relação à alfavaca (maior teor proteico) e apresentou menor teor de umidade do que o coentro.

4 Conclusões

O jambu *in natura* apresentou baixo valor calórico, além de baixo teor de lipídeos, podendo contribuir para dietas de controle de peso.

As análises da composição centesimal do jambu *in natura* apresentaram teores semelhantes em relação à Tabela do IBGE, exceto quanto ao conteúdo de lipídeos.

O jambu seco apresentou composição centesimal similar ao jambu *in natura*. Dessa forma, a secagem para jambu pode ser utilizada uma vez que não influencia a composição centesimal da hortaliça, além de agregar valor ao produto.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro na forma de bolsa outorgada ao primeiro autor, para realização de seus estudos de mestrado e a FAPERJ pelo fomento concedido para realização da parte experimental da pesquisa.

5 Referências bibliográficas

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. dos **BioEstat 5.0** - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Manaus: Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, 2007.

BARBOSA, A. F.; SABAA-SRUR, A. U. O. Desidratação de folhas e hastes de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) com ar quente. In: ANAIS DO FÓRUM DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 7, 2012, Seropédica-RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012. CD-ROM

BORGES, L. da S.; VIEIRA, M. A. R.; MARQUES, M. O. M.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P. Influence of Organic and Mineral Soil Fertilization on Essential Oil of *Spilanthes oleracea* cv. Jambuarana. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, p. 135-142, 2012.

BOURN, D.; PRESCOTT J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRASIL. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de dez. 2003. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c2998004bc50d62a671ffbc0f9d5b29/RDC_N_360_DE_23_DE_DEZEMBRO_DE_2003.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15/05/2013

FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4.ed., Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144p

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MEDEIROS, B. G. S.; RIBEIRO, C. F. A.; DUARTE, S. M. A. Determinação de características físico-químicas da goiaba: goiabeiras adubadas no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 1, p. 35-38, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4.ed. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p

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

JORGENSEN, H.; KNUDSEN, K. E. B.; LAURIDSEN, C. Influence of different cultivation methods on carbohydrate and lipid compositions and digestibility of energy of fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 2876-2882, 2012.

KUBOTA, E. H.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de um produto lácteo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 42, n. 253, p. 35- 42, 1987.

NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, L. M. DE; BAGGIO, C. H.; WERNER, M. F. DE P.; MARIA-FERREIRA, D.; SILVA, L. M. DA; SASSAKI, G. L.; GORIN, P. A. J.; IACOMINI, M.; CIPRIANI, T. R. Gastroprotective effect and structure of a rhamnogalacturonan from *Acmella oleracea*. **Phytochemistry**, v. 85, p. 137-142, 2013.

OLIVEIRA, D. C. R.; SOARES, E. K. B. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de produtos desidratados obtidos a partir de matérias-primas amplamente consumidas na Amazônia. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 2012.

CHAPTER III.

**MICROBIOLOGICAL AND SENSORY EVALUATION OF DRIED JAMBU
(*Spilanthes oleracea* L.) WITH COLD AIR**

Artigo submetido à Revista Acta Amazonica

BARBOSA, A. F.^{1,2}; SABAA-SRUR, D. F.²; SABAA-SRUR, A. U. O.^{2,3}

¹Rural Federal University of Rio de Janeiro, Institute of Food Technology, Department of Food Technology, BR-465, Km 7. ZIP code: 23.890-000, Seropédica-RJ, Brazil. E-mail: alanfbarbosa@yahoo.com.br

²Research Group on Processing of Fruits and Vegetables – UFRJ/CNPq

³ Federal University of Rio de Janeiro, Institute of Nutrition Josué de Castro, Department of Basic and Experimental Nutrition, Rio de Janeiro - RJ.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade microbiológica e sensorial de jambu *in natura* e seco, bem como determinar a curva de secagem dessa hortaliça. Foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes a 45°C para o jambu *in natura* e seco. O tacacá, comida típica do Pará foi utilizado na Avaliação Sensorial, com jambu *in natura* e seco que apresentaram boa aceitação dos consumidores. O jambu *in natura* e seco estavam aptos de acordo com a legislação vigente quanto aos aspectos microbiológicos. Desse modo, considerando os aspectos sanitários e sensoriais, torna-se viável a comercialização do jambu seco, facilitando o transporte, manuseio e diminuindo a massa da hortaliça.

Palavras-chave: Jambu, Desidratação, Ar frio, Qualidade microbiológica, Aceitabilidade sensorial

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the microbiological and sensory quality of jambu *in natura* and dried jambu as well as to determine the drying curve of this vegetable. Microbiological analyses were performed for *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase-positive and coliforms at 45 °C for jambu *in natura* and dried jambu according to the methods described by APHA (2001). The tacacá, typical food of Pará, was used in Sensory Evaluation, with jambu *in natura* and dried jambu and it showed good consumer acceptance. Both *in natura* and dried jambu were in accordance with the current legislation regarding microbiological aspects. Thus, considering health and sensory aspects, the commercialization of dried jambu becomes viable, facilitating its transportation and handling, and reducing the vegetable mass.

Key words: Jambu, Dehydration, Cold air, Microbiological quality, Sensory acceptability.

1 Introduction

Popularly known as jambu, *Spilanthes oleracea* L. is a plant native to the Amazon often used as a flavoring in dishes of northern Brazil, such as tacacá and duck in Tucupi, besides having application in popular medicine for the treatment of stomatitis, colds and as an analgesic (NASCIMENTO et al., 2013). The plant has important chemical properties that arouse the interest of the pharmaceutical industry, especially by the presence of its active ingredient, spilanthol (BORGES et al., 2012).

Jambu, being a herbaceous with high moisture content, has short shelf life, which requires the development of post-harvest technologies in order to increase the life of the food and to serve distant markets. One possible preservation technology of this vegetable is drying, which involves removing part of the free water, in the form of steam, with a consequent reduction of the water activity, affecting microbial growth, enzymatic reactions and other reactions of physical and chemical origin. The results of drying action can increase the shelf life of food, reducing weight and volume and decreasing the costs of transportation and storage, as well as it can facilitate the use and diversify the offer.

Cold-drying is a simplification of the lyophilization process at atmospheric pressure, by eliminating the freezing stage. Water removal occurs in environments of low temperatures and relative humidity, and it is kept in liquid state during the whole process (KUBOTA e CAL-VIDAL, 1987).

Sensory tests are used for many purposes: for quality control, process and product development and optimization, for the understanding of consumer reactions to a product. The function of sensory analysis is, therefore, to acquire data that actually answer the question on good quality with minimal chance of error or uncertainty (PIGGOTT, 1995).

The National Agency for Sanitary Surveillance (ANVISA), by Resolution RDC No. 12/2001, regulates the microbiological standards for vegetables *in natura* and dried vegetables, establishing the absence of *Salmonella* spp. for both samples and it sets a maximum value of 10^3 UFC/g for coliforms and 10^2 UFC/g for coagulase-positive *Staphylococcus* for dry vegetable (BRAZIL, 2001).

Thus, the aim of this study was to evaluate the microbiological and sensory quality of jambu *in natura* and dried jambu as well as to determine the drying curve of this vegetable.

2 Material and methods

Leaves, stems and inflorescences of organic jambu were collected in the municipality of Igarapé-Açu, that belongs to the Meso and Micro Region Northeast Pará Bragantina, eastern State of Pará and has the following coordinates: 01 ° 07 '33" S and 47 ° 37' 27" W (OLIVEIRA et al., 2011). One sample of the plant (MG205534) was identified as *Spilanthes oleracea* L. and incorporated into the herbarium of Emílio Goeldi Museum, Belém, PA.

For jambu drying, initially, the vegetable was washed with water in order to remove soil residues. Then, the roots were removed with stainless knives, eliminating parts of the vegetable which were torn, crumpled, and with darkened edges. The raw material was sanitized in immersion for 10 minutes in a solution with 200 ppm (mg.L^{-1}) Free Residual Chlorine (FRC) derived from sodium hypochlorite with 10% purity. Then, the final rinse was performed with soaking in solution of 5 ppm (mg.L^{-1}) FRC for 10 minutes with subsequent drainage of water. Before the microbiological analysis of jambu *in natura*, the vegetable was washed with water in order to remove soil residues.

Cold-drying process was carried out in a climatized room with air conditioning at 25 ° C and by using a dehumidifier. Water loss on drying was determined by gravimetric method, by periodic weighings (0, 5, 20, 40, 60 and every 30 minutes), in Filizola scale Model BP15 until constant weight. These weighings were performed in triplicate and the results were expressed on a dry basis. After drying, jambu sample was dehydrated and used to determine the dry mass, according to the IAL methodology (2008). Moisture was expressed on a dry basis (g of water/g of dry solids). The drying curve was constructed with the jambu moisture content during drying period and it indicated the decay of material water content.

This study was approved by the Ethics Committee in Research of the Rural Federal University of Rio de Janeiro (COMEP/UFRRJ), Protocol 23083010094/201208. A team of 30 evaluators, consisting of untrained consumers of the product and selected based on their

availability and interest, participated in the sensory analysis. The sensorial affective test with 9-point hedonic scale was performed between 11 am and 12 pm in the sensory analysis laboratory of UFRJ. The samples, with approximately 50g tacacá with jambu *in natura* and dried jambu, coded with three-digit numbers were offered in randomized and balanced complete blocks, in monadic and random way (MEILGAARD et al., 2006).

The acceptance test tacacá with jambu fresh and dried to verify acceptance of products was conducted, as well as evaluating the potential for marketing the same as its sensory quality, given the many benefits of drying (chemical stability, microbiological, facilitate handling, transportation).

To the test performance, evaluators received samples with a tray, forms for the test, and a disposable cup with filtered water at room temperature in order to clean the palate.

The form for affective test consisted of hedonic 9-point scale, ranging from 1 to 9 (1 – I disliked it very much and 9 – I liked it very much) evaluating the global acceptance, color, aroma, texture, flavor (Annex A), as well as the consumer profile in terms of gender, age, level of education, food consumption frequency record (Annex B).

For the attribute purchase intent, the 5-point structured scale was applied to 30 untrained evaluators, in which 1 represents the minimum score "I would definitely not buy" and 5 represents the highest score "I would certainly buy".

To calculate the acceptability rate of the product, we adopted the expression $IA (\%) = \frac{A}{B} \times 100$, where: A = average score obtained for the product and B = maximum score given to the product (DUTCOSKY, 1996).

The forms for sensory acceptability and purchase intent tests were collected and the answers were converted into scores (1 to 9 and 1 to 5, respectively). We calculated the arithmetic averages of the scores obtained for each product and they were subjected to Student t-test at 5% level of significance ($p > 0.05$), using BioStat 5.0 (AYRES et al., 2007).

Microbiological analyzes were performed for *Salmonella* spp., Coagulase-positive *Staphylococcus* and coliforms at 45 °C for jambu *in natura* and dry jambu according to the methodologies described by APHA (2001). Microbiological analyzes were performed before sensory analysis in order to verify whether the samples met the standards of legislation (BRAZIL, 2001), causing no risk to consumer's health.

3 Results and discussion

We observe in Figure 1 the drying curve of jambu at the temperature of 25 °C. The total drying time was 44,5 hours. We verify through the behavior of the drying curve (Figure 1) that there is no evidence of the presence of surface moisture, only internal moisture.

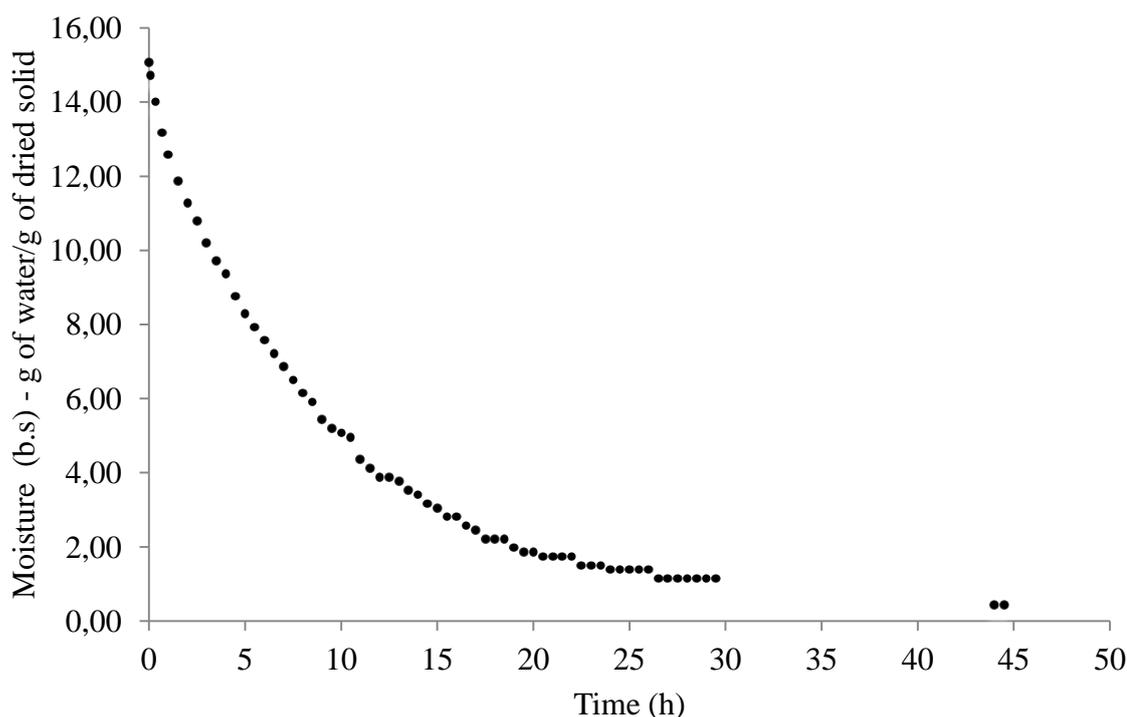


Figure 1. Drying curve of jambu.

The acceptance test was performed with 30 consumers, aged 18-65 years, 70% female. When asked about the consumption of leafy vegetables, 90% of the evaluators alleged to consume them weekly, 3.3% monthly and 6.7% rarely, demonstrating a significant consumption trend. Most consumers (46.7%) had completed Secondary High School. About 46.7% had higher education or postgraduate degree. 76.7% of consumers are natural from the state of Pará, 16.7% were from Rio de Janeiro, 3.33% were from Amazon and 3.33% from Ceará. It is noteworthy that the consumers from Rio de Janeiro are Paraenses' descendants and they consume tacacá regularly.

Table 1 shows the average results of sensory evaluation of attributes: global acceptance, color, aroma, texture and flavor of tacacás made with jambu *in natura* and dried jambu.

Table 1. Sensory acceptability of tacacás made with jambu *in natura* and dried jambu.

Attribute ¹	Tacacá - Jambu <i>in natura</i>	Tacacá - Dried jambu
Global acceptance	8.67±0.66 ^a	8.00±1.46 ^b
Color	8.27±0.74 ^a	8.00±0.91 ^a
Aroma	7.97±1.07 ^a	7.60±1.61 ^a
Texture	8.27±0.87 ^a	7.63±1.45 ^a
Flavor	8.43±0.93 ^a	8.00±1.46 ^a

¹Data expressed as mean ± standard deviation.

Means followed by the same letter in the line do not differ from each other at the level of 5% of significance by t-test.

Regarding the color, it was observed no difference between the samples of tacacá with jambu *in natura* and dried jambu. The scores awarded (8.27 and 8.00, respectively) by the evaluators indicate a range of acceptance among "I enjoyed it" and "I liked it very much".

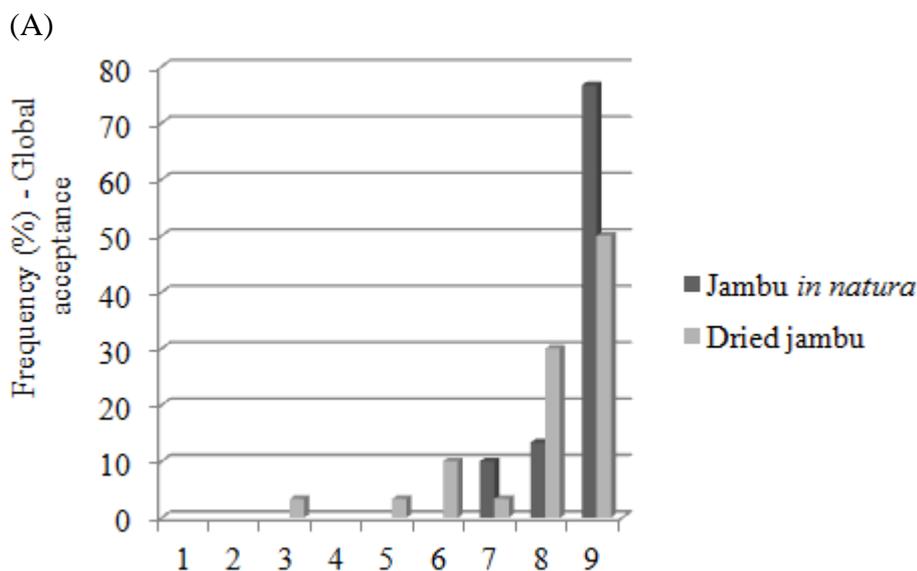
Regarding the aroma, the scores were 7.97 and 7.60, with no statistically significant difference ($p < 0.05$). Therefore, to the evaluators, the smell of tacacá suffered no interference from the raw material used, jambu *in natura* or dried jambu.

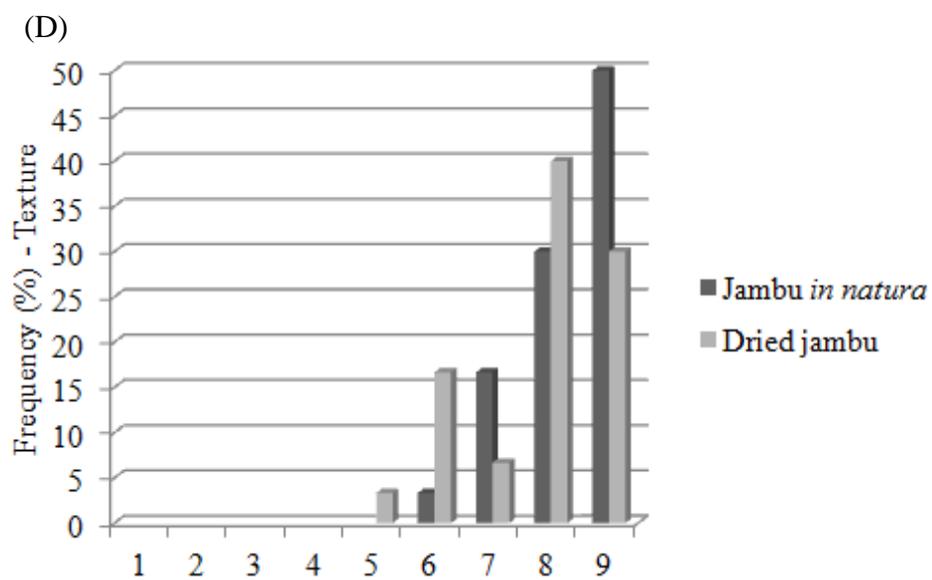
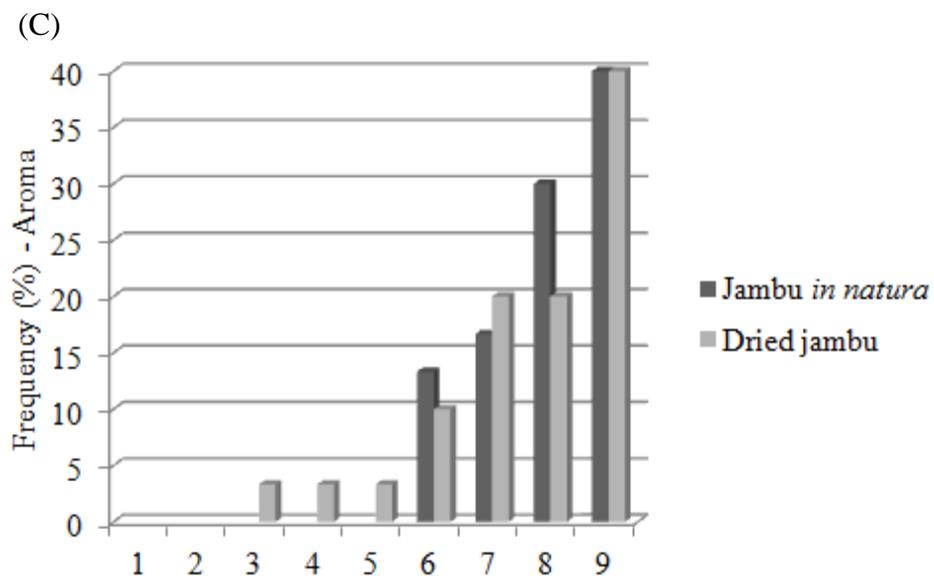
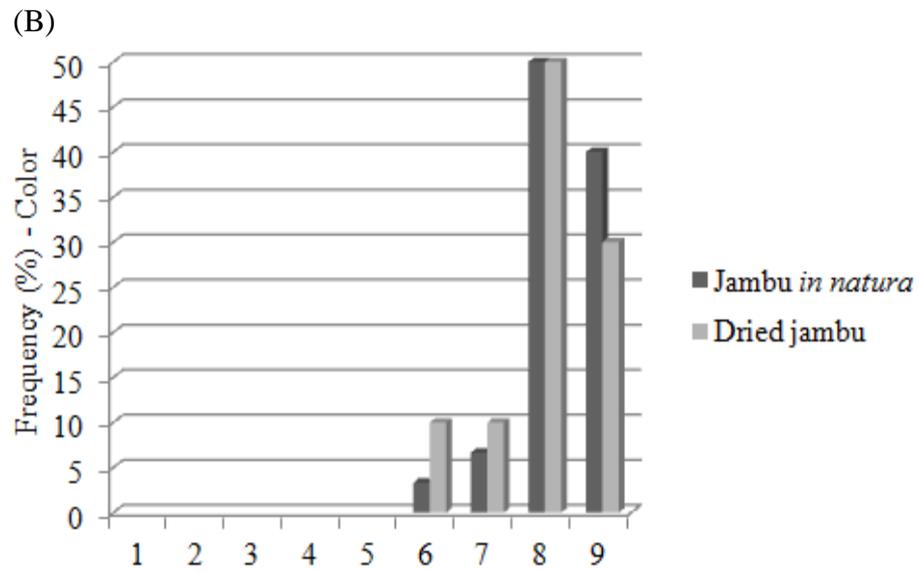
Regarding the flavor, a statistical difference was not observed between the treatments; however, there was a greater acceptance score of tacacá with jambu *in natura* (8.43), indicating the acceptance range from "I enjoyed it" to "I liked it very much."

Although there was no significant difference between samples with tacacá jambu fresh and dried, as the aroma and flavor attributes, the tacacá with jambu *in natura* got greater acceptance by consumers. This may have occurred during the drying process be loss of volatile substances with consequent decrease in sensory quality of the product. Ding et al. (2012) evaluated the effect of four drying methods of ginger volatile and observed with drying there was some loss of volatile appearance but also of other substances (seventy new compounds). These authors concluded that drying with microwaves was the preferred method for loss of volatiles, followed by drying with hot air (60 °C), vacuum drying, freeze drying and hot air drying at 50 and 70 °C.

There was a significant difference, at the level of 5% significance by t-test, between the samples of tacacá with jambu *in natura* or dried jambu, just regarding global acceptance (Table 2), and the tacacá with jambu *in natura* showed better acceptance regarding this attribute.

Figure 2 shows the frequency distribution of scores obtained by tacacás with jambu *in natura* and dried jambu compared to global acceptance, color, aroma, texture and flavor.





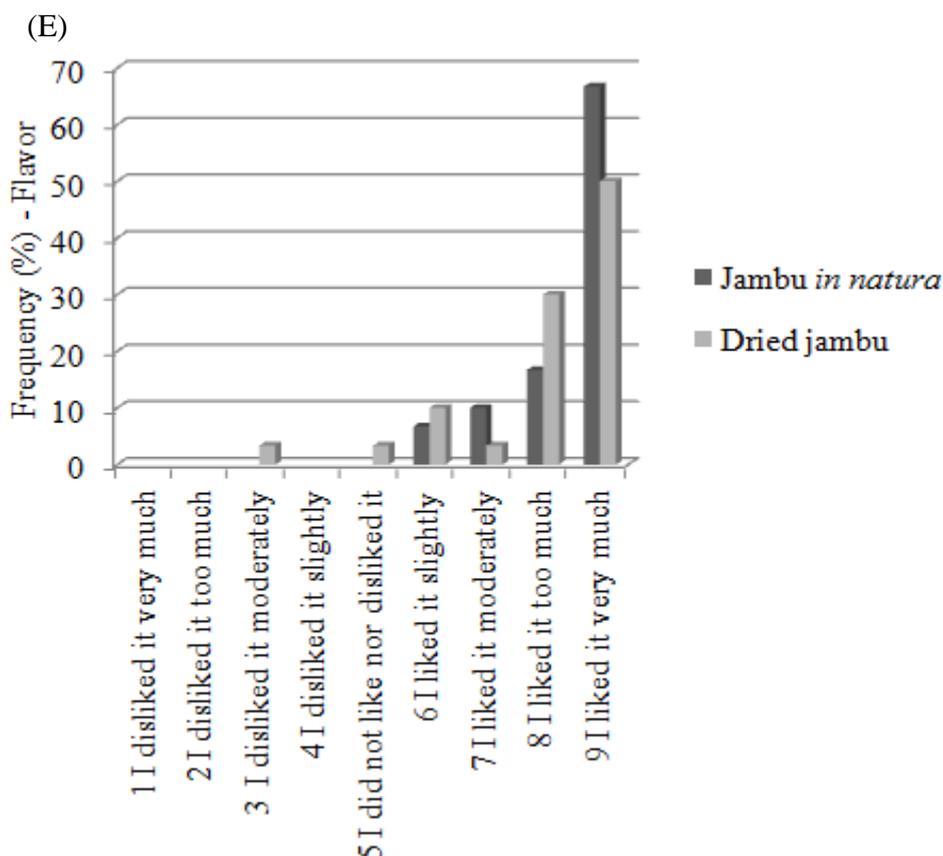


Figure 2. Frequency distribution of different sensory attributes evaluated from samples of tacacás with jambu *in natura* and dried jambu: (A) global acceptability, (B) color, (C), aroma (D) texture, (E) flavor.

The results of the acceptability rate of attributes such as global acceptance, color, aroma, texture and flavor of the two samples of tacacá are shown in Figure 3.

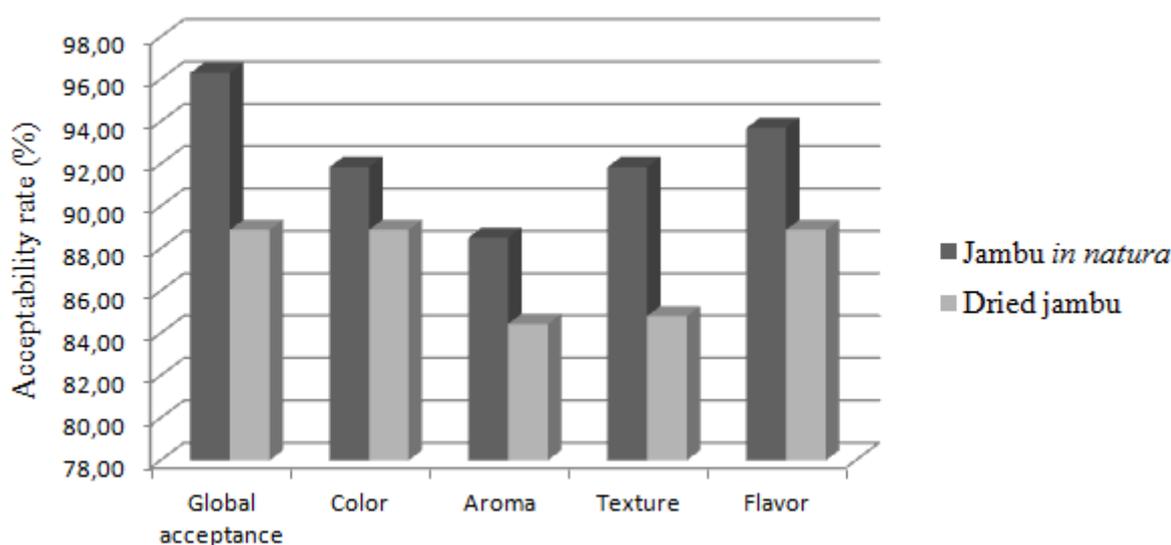


Figure 3. Acceptability rate of tacacás with jambu *in natura* and dried jambu.

The results of the acceptability rate calculated for the sensory evaluation of global acceptance, color, aroma, texture and flavor of the two tacacá samples were over 84% (Figure

3). According to Teixeira et al. (1987), for the product to be accepted by sensory properties it is important that it obtains an acceptability rate of at least 70%. Thus, the sensory evaluation performed in this study showed that the two samples of tacacá, with jambu *in natura* and dried jambu, were well accepted and have potential for commercialization.

Oliveira and Soares (2012) evaluated the acceptability of dehydrated products obtained from raw materials widely consumed in the Amazon and found out that garlic paste seasoned with basil and garlic paste seasoned with cilantro had a high acceptance rate, 82.6% and 77.03%, respectively, lower than the values found in this study.

Regarding purchase intention, it was verified that both tacacá with jambu *in natura* and tacacá with dried jambu, respectively with 90% and 80% of evaluators, showed positive purchase intent in the possible acquisition of tacacás in the case they were actually available in market (Figure 4). The average purchase intent was 4.70 ± 0.65 for tacacá with jambu *in natura* and 4.37 ± 1.13 for tacacá with dried jambu. There was no significant difference at the level of 5% significance by t-test regarding the purchase intention of tacacá with jambu *in natura* or dried jambu. Therefore, both samples of tacacá caused the same expectations towards the evaluators.

Oliveira and Soares (2012) observed that 44% of consumers would buy the evaluated product (garlic paste seasoned with basil), well below the percentage found in this study.

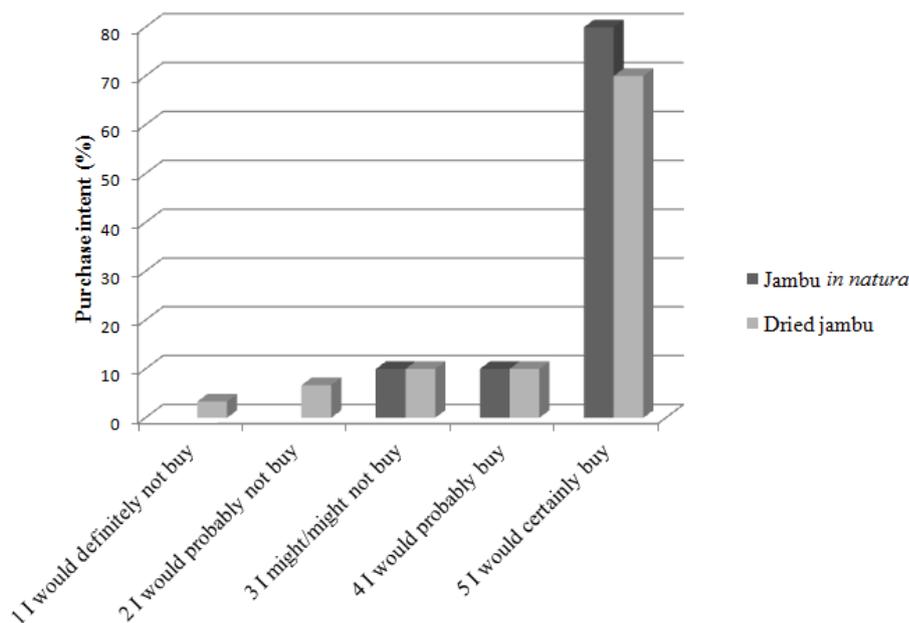


Figure 4. Purchase intent of tacacás with jambu *in natura* and dried jambu.

Table 2 presents the results of the microbiological analysis of jambu *in natura* and dried jambu.

In the two samples of jambu analyzed in this study, the presence of *Salmonella* spp. was not detected (Table 2). Therefore, the microbiological results of this analysis were within the microbiological standards established by RDC No. 12/2001 for fresh and dried vegetables (BRAZIL, 2001).

The count of coagulase-positive *Staphylococcus* was $<1 \times 10^1$ CFU/g for dried jambu (Table 2), being within the Legislation standards, which calls for dry vegetables maximum score of 10^2 (BRAZIL, 2001).

It was observed that the dried jambu presented enumeration of coliforms at 45 ° C <3 MPN/g (Table 2), meeting legislation which determines maximum enumeration of 10³ MPN/g CFU/g (BRAZIL, 2001).

These results reveal that the processes of sanitization used for washing and disinfecting this raw material were efficient. The reduction of available water in the food also contributes to the control of bacterial growth, since the majority of pathogenic and spoilage species cannot grow under low water activity conditions.

Sant'ana et al. (2011) evaluated 512 packages of minimally processed vegetables and they observed that four of them had *Salmonella* spp. positive. *Salmonella* was detected in a packet of lettuce and arugula, and serovars were *Salmonella* Typhimurium and *Salmonella enterica* subsp. *enterica* O:47:z4,z23, respectively. In a study of enumeration, organic lettuce and mix of vegetables (escarole and chicory) presented counts of the microorganism (8.8 x 10² CFU/g, and 2.4 x 10² CFU/g, respectively) and both isolates belonged to serovar *S.* Typhimurium.

Table 2. Results from the microbiological analysis of jambu *in natura* and dried jambu.

Jambu	<i>Salmonella</i> spp./25g	<i>Staphylococcus</i> coagulase- positive (CFU/g)	Coliforms at 45°C (MPN/g)
<i>In natura</i>	Absent	< 1x10 ¹	< 3
Dried	Absent	< 1x10 ¹	< 3

4 Conclusion

Jambu *in natura* and dried jambu were in accordance with current Legislation regarding microbiological aspects. Tacacá with jambu *in natura* and dried jambu showed good consumer acceptance. Thus, considering health and sensory aspects, dried jambu commercialization becomes viable, facilitating its transportation and handling, reducing the vegetable's mass.

Acknowledgements

To the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the financial support in the form of scholarship awarded to the first author to conduct his Masters studies and to FAPERJ for the fostering provided for the performance of the experimental part of the research.

5 References

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2 ed. Washington, DC, 2001. 914 p.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. dos **BioEstat 5.0** - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Manaus: Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, 2007.

BORGES, L. da S.; VIEIRA, M. A. R.; MARQUES, M. O. M.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P. Influence of Organic and Mineral Soil Fertilization on Essential Oil of *Spilanthes oleracea* cv. Jambuarana. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, p. 135-142, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o “Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos”. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 10 jan. 2001. Seção I, p. 48.

DING, S. H.; AN, K. J.; ZHAO, C. P.; LI, Y.; GUO, Y. H.; WANG, Z. F. Effect of drying methods on volatiles of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 515-524, 2012.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: DA Champagnat, 1996. 123p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4 ed. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p

KUBOTA, E. H.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de um produto lácteo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 42, n. 253, p. 35-42, 1987.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 2006. 416p.

NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, L. M. de; BAGGIO, C. H.; WERNER, M. F. de P.; MARIA-FERREIRA, D.; SILVA, L. M. da; SASSAKI, G. L.; GORIN, P. A. J.; IACOMINI, M.; CIPRIANI, T. R. Gastroprotective effect and structure of a rhamnogalacturonan from *Acmella oleracea*. **Phytochemistry**, v. 85, p. 137-142, 2013.

OLIVEIRA, A.; AMARAL, A. J.; ANDRADE, J.; NASCIMENTO, V.; MENDES, K.; REIS, J. Desenvolvendo construções de apriscos na agricultura familiar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

OLIVEIRA, D. C. R.; SOARES, E. K. B. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de produtos desidratados obtidos a partir de matérias-primas amplamente consumidas na Amazônia. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 2012.

PIGGOTT, J. R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 217-220, 1995.

SANT’ANA, A. S.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T.; FRANCO, B. D. G. M. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in São Paulo, Brazil. **Food Microbiology**, v. 28, p. 1235-1237, 2011.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 182p.

3 CONCLUSÕES

O jambu *in natura* apresentou baixo valor calórico, além de baixo teor de lipídeos, podendo contribuir para dietas de controle de peso. Além disso, as análises de composição centesimal dessa hortaliça apresentaram teores semelhantes em relação à Tabela do IBGE, exceto quanto ao conteúdo de lipídeos.

O jambu seco apresentou composição centesimal similar ao jambu *in natura*. Dessa forma, a secagem para jambu pode ser utilizada uma vez que não influencia a composição centesimal da hortaliça, além de agregar valor ao produto.

O jambu *in natura* e seco apresentaram-se de acordo com a Legislação vigente quanto aos aspectos microbiológicos. O tacacá com jambu *in natura* e seco apresentou boa aceitação dos consumidores. Desse modo, considerando os aspectos sanitários, sensoriais e composição química, torna-se viável a comercialização do jambu seco, facilitando o transporte, manuseio e diminuindo a massa da hortaliça.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- AHRNÉ, L.; PROTHON, F.; FUNEBO, T. Comparison of drying kinetics and texture effects of two calcium pretreatments before microwave-assisted dehydration of apple and potato. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 38, p. 411-420, 2003.
- ALBURQUERQUE, J. M. **Plantas medicinais de uso popular**. Brasília: ABEAS, 1989. 96p.
- ALMEIDA, R. N. de; AGRA, M. de F.; MAIOR, F. N. S.; SOUSA, D. P. de Essential oils and their constituents: anticonvulsant activity. **Molecules**, v. 16, p. 2726-2742, 2011.
- ALVES, J. A.; NASSUR, R. de C. M. R.; PIRES, C. R. F.; ALCÂNTARA, E. M.; GIANNONI, J. A.; LIMA, L. C. de O. Cinética de degradação de vitamina c em mangas 'Palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.
- ALVES, R. M.; BORDIN, M. R. Estimativa da vida útil de café solúvel por modelo matemático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 19-24, 1998.
- AMORIM-CARRILHO, K. T.; CEPEDA, A.; FENTE, C.; REGAL, P. Review of methods for analysis of carotenoids. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 56, p. 49-73, 2014.
- ANDRADE, N. J. de **Higiene na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2008. 412p.
- ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: UFV, 2011. 601p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12994: Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1993.
- ATALLA, M. M.; HASSANEIN, N. M.; EL-BEIH, A. A.; GHANY YOUSSEF, Y. A. Mycotoxin production in wheat grains by different *Aspergilli* in relation to different relative humidities and storage periods. **Nahrung/Food**, v. 47, n. 1, p. 6-10, 2003.
- ATEEQUE, Md.; UDAYRAJ; MISHRA, R. K.; CHANDRAMOHAN, V.P.; TALUKDAR, P. Numerical modeling of convective drying of food with spatially dependent transfer coefficient in a turbulent flow field. **International Journal of Thermal Sciences**, v. 78, p. 145-157, 2014.
- BAHCECI, K. S., SERPEN, A., GOKMEN, V., ACAR, J. Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 187-192, 2005.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils. **A review food an chemical toxicology**, v. 46, p. 44-475, 2008.

BARATI, E.; ESFAHANI, J. A. A novel approach to evaluate the temperature during drying of food products with negligible external resistance to mass transfer. **Journal of Food Engineering**, v. 114, p. 39-46, 2013.

BARRETT, D. M.; THEERAKULKAIT, C. Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables. **Food Technology**, v. 49, n.1, 62-65, 1995.

BEADLE, C. L.; LONG, S. P. Photosynthesis - is it Limiting to Biomass Production? **Biomass**, v. 8, p. 119-168, 1985.

BEVERIDGE, T.; HARRISON, J. E. Nonenzymatic browning in pear juice concentrate at elevated temperatures. **Journal of Food Science**, v. 49, n. 5, p. 1335-1340, 1984.

BHUIYAN, M. T. R.; HIRAI, N.; SOBUE, N. Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment under dried and moist conditions. **Journal of Wood Science**, v. 46, p. 431-436, 2000.

BILBAO-SÁINZ, C.; ANDRÉS, A.; FITO, P. Hydration kinetics of dried apple as affected by drying conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 369-376, 2005.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BOONEN, J.; BAERT, B.; ROCHE, N.; BURVENICH, C.; SPIEGELEER, B. de Transdermal behaviour of the N-alkylamide spilanthol (affinin) from *Spilanthes acmella* (Compositae) extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, p. 77-84, 2010.

BORGES, L. da S. **Biomassa, teores de nutrientes, espilantol e atividade antioxidante em plantas de Jambu (*Acmella ciliata* Kunth) sob adubação mineral e orgânica**. 2009. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Programa de Pós-graduação em Agronomia/Horticultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

BORTOLATTO, J.; LORA, J. Avaliação da composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) merril) liofilizado e *in natura*. **Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde**, v. 4, n. 1, 2008.

BOUKOUVALAS, Ch. J.; BISHARAT, G. I.; KROKIDA, M. K. Structural properties of vegetables during air drying. **International Journal of Food Properties**, v. 13, p. 1393-1404, 2010.

BRAIBANTI, C. S. P. A. New developments in pasta drying technology. **The Macaroni Journal**, v. 61, n. 12, p. 48-50, 1980.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNS/MS nº 04, de 24 de novembro de 1988. Aprova as “Revisões das Tabelas I, III, IV e V referente a Aditivos Intencionais, bem como os Anexos I, II, III, VII, todas do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1995. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 19 dez. 1988. Seção I

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o “Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos”. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 10 jan. 2001. Seção I, p. 48.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico para Produtos Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis”. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 23 set. 2005a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, 2005b.

BROUN, P.; GETTNER, S.; SOMERVILLE, C. Genetic engineering of plant lipids. **Annual Review of Nutrition**, v. 19, p. 197-216, 1999.

CAMARGO, G. A.; HAJ-ISA, N.; QUEIROZ, M. R. de Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 521-526, 2007.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Inovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Color and texture evaluation during banana drying (*Musa spp nanica* (AAA)). **Alimentaria**, v. 339, p. 153-158, 2002.

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; IBRAHIM SILVA, P. I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim CEPPA**, v. 22, n. 1, p. 121-132, 2004.

CARBALLO, R.; DALLORTO, V. C.; BALBO, A. L.; REZZANO, I. Determination of sulfite by flow injection analysis using a poly [Ni-(protoporphyrin IX)] chemically modified electrode. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 88, n. 2, p. 155-161, 2003.

CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 47, 2009, Porto Alegre-RS. **Anais...** 2009.

CAVALCANTI, V. M. S. **Extração de espilantol de *Spilanthes acmella* var. *oleracea* com dióxido de carbono supercrítico**. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

CHAKRABORTY, A.; DEVI, B. R. K.; KHUMBONG, S.; SANJEBAM, R.; THOKCHOM, I. Preliminary studies on local anesthetic and antipyretic activities of *Spilanthes acmella* Murr. in experimental animal models. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 42, n. 5, p. 277-279, 2010.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2005, 81p. (Caderno didático, 66)

CHEN, B. H., CHEN, Y. Y. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 41, p. 1315-1320, 1993.

CHIEWCHAN, N.; PRAPHRAIPHETCH, C.; DEVAHASTIN, S. Effect of pretreatment on surface topographical features of vegetables during drying. **Journal of Food Engineering**, v. 101, p. 41-48, 2010.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 5-16, 2006.

CHONG, C. H.; LAW, C. L.; FIGIEL, A.; WOJDYLO, A.; OZIEMBŁOWSKI, M. Colour, phenolic content and antioxidant capacity of some fruits dehydrated by a combination of different methods. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3889-3896, 2013.

CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; FERREIRA, A. F.; PODEROSO, J. C. M.; LESSA, A. C. V.; ARAÚJO, E. D.; CARNELOSSI, M. A. G.; RIBEIRO, G. T. Atividade de Água (Aw) em Amostras de Pólen Apícola Desidratado e Mel do Estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 4, n. 2, p. 27-36, 2008.

COUTINHO, L. N.; APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Galhas e deformações em jambu (*Spilanthes oleraceae* L.) causadas por *Tecaphora spilanthes* (Ustilaginales). **Summa Phytopathology**, v. 32, p. 283-285, 2006.

DAS, S.; DAS, T.; RAO, P. S.; JAIN, R. K. Development of an air recirculating tray dryer for high moisture biological materials. **Journal of Food Engineering**, v. 50, p. 223-227, 2001.

DENG, Y.; LUO, Y.; WANG, Y.; YUE, J.; LIU, Z.; ZHONG, Y.; ZHAO, Y.; YANG, H. Drying-induced protein and microstructure damages of squid fillets affected moisture distribution and rehydration ability during rehydrate. **Journal of Food Engineering** v. 123, p. 23-31, 2014a.

DENG, Y.; WANG, Y.; YUE, J.; LIU, Z.; ZHENG, Y.; QIAN, B.; ZHONG, Y.; ZHAO, Y. Thermal behavior, microstructure and protein quality of squid fillets dried by far-infrared assisted heat pump drying. **Food Control**, v. 36, p. 102-110, 2014b.

DIAS, M. G.; CAMÕES, M. F. G. F. C.; OLIVEIRA, L. Carotenoid stability in fruits, vegetables and working standards – Effect of storage temperature and time. **Food Chemistry**, v. 156, p. 37-41, 2014.

DIETRICH, S. M. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L.; CHU, E. P.; BUCKERIDGE, M. S. O açúcar das plantas. **Ciência hoje**, v. 39, p. 42-48, 1988.

DOYMAZ, I. Influence of blanching and slice thickness on drying characteristics of leek slices. **Chemical Engineering and Processing**, v. 47, p. 41-47, 2008.

- DREWNOWSKI, A. The Role of Energy Density. **Lipids**, v. 38, n. 2, p. 109-115, 2003.
- EKANEM, A. P.; WANG, M.; SIMON, J. E.; MORENO, D. A. Antiobesity properties of two african plants (*Afromomum meleguetta* and *Spilanthes acmella*) by pancreatic lipase inhibition. **Phytotherapy Research**, v. 21, p. 1253-1255, 2007.
- ERTEKIN, C.; YALDIZ, O. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 349-359, 2004.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 652p.
- FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4 ed., Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144p.
- FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; LINO, I. B. M.; BRECHT, J.; CHAU, K. V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 9-15, 2000.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Necessidades de ácido ascórbico, vitamina D, vitamina B12, folato e ferro**. Roma, 1970.
- FREITAS, A. A. de; FRANCELIN, M. F.; HIRATA, G. F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F. L. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 172-177, 2008.
- GAWALEK, J. Effect on convection and freeze drying conditions on the quality of dried carrot roots. **Inżynieria Rolnicza**, v. 11, n. 71, p. 119-127, 2005.
- GIL, M. I.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 4581-4589, 2000.
- GOCK, M. A., HOCKING, A. D., PITT, J. I., POULOS, P. G. Influence of temperature, water activity and pH on growth of some xerophilic fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v. 81, p. 11-19, 2003.
- GOKMEN, V.; KAHRAMAN, N.; DEMIR, N.; ACAR, J. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. **Journal of Chromatography A**, v. 881, p. 309-316, 2000.
- GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MEDEIROS, B. G. S.; RIBEIRO, C. F. A.; DUARTE, S. M. A. Determinação de características físico-químicas da goiaba: goiabeiras adubadas no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 1, p. 35-38, 2004.
- GRENGA, P. N.; STOUTENBURG, E. G.; PRIEFER, R. Photolytic decomposition of dibenzyllic sulfites. **Tetrahedron Letters**, v. 53, p. 4933-4937, 2012.

GUINÉ, R. P. F.; BARROCA, M. J. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 58-63, 2012.

GUSMÃO, S. A. L.; GUSMÃO, M. T. A.; SILVESTRE, W. V. D.; LOPES, P. R. A. Caracterização do cultivo de jambu nas área produtoras que abastecem a grande Belém. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, 2005.

GUYNOT, M. E., RAMOS, A. J., SALA, D., SANCHIS, V., MARÍN, S. Combined effects of weak acid preservatives, pH and water activity on growth of Eurotium species on a sponge cake. **International Journal of Food Microbiology**, v. 76, p. 39-46, 2002.

HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, n. 1, p. 8-15, 1996.

HELL, K.; GNONLONFIN, B. G. J.; KODJOGBE, G.; LAMBONI, Y.; ABDOURHAMANE, I. K. Mycoflora and occurrence of aflatoxin in dried vegetables in Benin, Mali and Togo, West Africa. **International Journal of Food Microbiology**, v. 135, p. 99-104, 2009.

HIRANVARACHAT, B.; DEVAHASTIN, S.; CHIEWCHAN, N. In vitro bioaccessibility of β -carotene in dried carrots pretreated by different methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 535-541, 2012.

HO, J. C.; CHOU, S. K.; CHUA, K. J.; MUJUMDAR, A. S.; HAWLADER, M. N. A. Analytical study of cyclic temperature drying: effect on drying kinetics and product quality. **Journal of Food Engineering**, v. 51, n. 1, p. 65-75, 2002.

HOMMA, A. K. O.; SANCHES, R. da S.; MENEZES, A. J. E. A. de; GUSMÃO, S. A. L. de Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6, n. 12, p. 125-141, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4 ed. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 2008. 1020p

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

ISAAC, A.; LIVINGSTONE, C.; WAIN, A. J.; COMPTON, R. G.; DAVIS, J. Electroanalytical methods for the determination of sulfite in food and beverages. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 25, n. 6, p. 589-598, 2006.

JACOBSON, M. The structure of spilanthol. **Chemistry and Industry**, n.2, p.50-51, 1957.

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

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

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência da umidade inicial da alimentação no tempo de secagem em secador atomizador. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2008.

KARATHANOS, V. T.; BELESSIOTIS, V. G. Sun and artificial air drying kinetics of some agricultural products. **Journal of Food Engineering**, v. 31, p. 35-46, 1997.

KEMP, S. E. Application of sensory evaluation in food research. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 9, p. 1507-1511, 2008.

KERDPIBOON, S.; DEVAHASTIN, S.; KERR, W. L. Comparative fractal characterization of physical changes of different food products during drying. **Journal of Food Engineering**, v. 83, p. 570-580, 2007.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A scheme for obtaining standards and HPLC quantification of leafy vegetable carotenoid. **Food Chemistry**, v. 78, p. 389-398, 2002.

KINGSLEY, A. R. P.; SINGH, R.; GOYAL, R. K.; SINGH, D. B. Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. **American Journal of Food Technology**, v. 2, p. 71-78, 2007.

KIRANOUDIS, C. T.; MAROULIQA, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D.; TSAMPARLIS, M. Design of tray dryers for food dehydration. **Journal of Food Engineering**, v. 32, p. 269-291, 1997.

KOWALSKA, J.; LENART, A. The influence of ingredients distribution on properties of agglomerated cocoa products. **Journal of Food Engineering**, v. 68, n. 2, p. 155-161, 2005.

KOWALSKI, S. J.; PAWLOWSKI, A. Drying of wet materials in intermittent conditions. **Drying Technology**, v. 28, p. 636-642, 2010.

KOWALSKI, S. J.; SZADZINSKA, J.; LECHTANSKA, J. Non-stationary drying of carrot: Effect on product quality. **Journal of Food Engineering**, v. 118, p. 393-399, 2013.

KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B., MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 59, p. 391-403, 2003.

KUBOTA, E. H.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de um produto lácteo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 42, n. 253, p. 35-42, 1987.

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

LAOPOOLKIT, P.; SUWANNAPORN, P. Effect of pretreatments and vacuum drying on instant dried pork process optimization. **Meat Science**, v. 88, p. 553-558, 2011.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207-220, 2000.

LEWICKI, P. P. Design of hot air drying for better foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 153-163, 2006.

LEWICKI, P. P. Some remarks on rehydration of dried foods. **Journal of Food Engineering**, v. 36, p. 81-87, 1998.

LIN, L.; LEI, F.; SUN, DA-WEN; DONG, Y.; YANG, B.; ZHAO, M. Thermal inactivation kinetics of *Rabdosia serra* (Maxim.) Hara leaf peroxidase and polyphenol oxidase and comparative evaluation of drying methods on leaf phenolic profile and bioactivities. **Food Chemistry**, v. 134, p. 2021-2029, 2012.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, v. 29, p. 75-97, 2007.

MAISTRO, L. C. Alface minimamente processada: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 3, p. 219-224, 2001.

MALUMBA, P.; MASSAUXA, C.; DEROANNEA, C.; MASIMANGO, T.; BÉRA, F. Influence of drying temperature on functional properties of wet-milled starch granules. **Carbohydrate Polymers**, v. 75, p. 299-306, 2009.

MARTINS, C. G. **Irradiação de agrião (*Nasturtium officinale*) minimamente processado: aspectos microbiológicos e sensoriais**. 2004. 58f. São Paulo: USP, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo.

MATÉ, J. I.; ZWIETERING, M.; VAN'T RIET, K. The effect of blanching on the mechanical and rehydration properties of dried potato slices. **European Food Research and Technology**, v. 209, p. 343-347, 1999.

MAYOR, L.; SERENO, A. M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 373-386, 2004.

McMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Principles, methods and applications of the convective drying of foodstuffs. **Food Bioproducts and Processing**, v. 77, n. 3, p. 175-193, 1999.

MEAD, R.; GAY, C. Sequential design of sensory trials. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 271-280, 1995.

MINIM, V. P. R. M. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2010. 308p.

MOHR, K. H. Kinetics of moisture transport in biological products under drying conditions. **International Chemical Engineering**, v. 34, n. 2, p. 210-212, 1994.

MOLLER, J. K. S.; JENSEN, J. S.; OLSEN, M. B.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. Effect of residual oxygen on colour stability during chill storage of sliced, pasteurised ham packaged in modified atmosphere. **Meat Science**, v. 54, p. 399-405, 2000.

MONREAL, M., DE ANCOS, B.; CANO, M. P. Influence of critical storage temperatures on degradative pathways of pigments in green beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 19-24, 1999.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SILVA, I. J. O. da; PIEDADE, S. M. Filme plástico perfurado em túneis baixos cultivados com alface. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6 n. 3, 2002.

MONTEIRO, M. A. M. Percepção sensorial dos alimentos em idosos. **Revista Espaço para a Saúde**, v. 10, n. 2, p. 34-42, 2009.

MORENO-PEREZ, L. F.; GASSON-LARA, J. H.; ORTEGA-RIVAS, E. Effect of low Temperature - long time blanching on quality of dried sweet potato, **Drying Technology**, v. 14, p. 1834-1857, 1996.

NAWIRSKA-OLSZAN´SKAA, A.; BIESIADA, A.; SOKÓŁ-LETOWSKA, A.; KUCHARSKA, A. Z. Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. **Food Chemistry**, v. 148, p. 415-419, 2014.

NICOLAS, L.; MARQUILLY, C.; O'MAHONY, M. The 9-point hedonic scale: are words and numbers compatible? **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 1008-1015, 2010.

NIJHUIS, H. H.; TORRINGA, H. M.; MURESAN, S.; YUKSEL, D.; LEGUIJT, C.; KLOEK, W. Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, p. 13-20, 1998.

O'DONNELLA, C. P.; TIWARIB, B.K.; BOURKEC, P.; CULLEN, P. J. Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p. 358-367, 2010.

OLIVEIRA, D. C. R.; SOARES, E. K. B. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de produtos desidratados obtidos a partir de matérias-primas amplamente consumidas na Amazônia. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 2012.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida Láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais**. 60f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal Fluminense, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos - componentes dos alimentos e processos**. Vol. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: a critical appraisal. **J Food Science**, v. 32, n. 5, p. 357-367, 1985.

PANDEY, V.; CHOPRA, M.; AGRAWAL, V. In vitro isolation and characterization of biolarvicidal compounds from micropropagated plants of *Spilanthes acmella*. **Parasitology Research**, v. 108, p. 297-304, 2011.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, 2001.

PASCUAL-TERESA, S.; SANCHEZ-BALLESTA, M. T. Anthocyanins: from plant to health. **Phytochemistry Reviews**, n. 7, p. 281-299, 2008.

PEÑAS, E.; SIDRO, B.; ULLATE, M.; VIDAL-VALVERDE, C.; FRIAS, J. Impact of storage under ambient conditions on the vitamin content of dehydrated vegetables. **Food Science and Technology International**, v. 19, n. 2, p. 133-141, 2013.

PHUNGAMNGOEN, C.; N.; CHIEWCHAN, N.; DEVAHASTIN, S. Thermal resistance of *Salmonella enterica* serovar Anatum on cabbage surfaces during drying: Effects of drying methods and conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 147, p. 127-133, 2011.

POLTRONIERI, M. C.; MÜLLER, N. R. M.; POLTRONIERI, L. S. **Recomendações para a produção de jambu: cultivar Nazaré**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 13p. (Circular Técnica, 11).

PRACHAYASITTIKUL, S.; SUPHAPONG, S.; WORACHARTCHEEWAN, A.; LAWUNG, R.; RUCHIRAWAT, S.; PRACHAYASITTIKUL, V. Bioactive Metabolites from *Spilanthes acmella* Murr. **Molecules**, v. 14, p. 850-867, 2009.

RAMESH, M. N., WOLF, W., TEVINI, D., JUNG, G. Studies on inert gas processing of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 40, n. 3, p. 199-205, 1999.

RATNASOORIYA, W. D.; PIERIS, K. P. P. Attenuation of Persistent Pain and Hyperalgesia by *Spilanthes acmella* Flowers in Rats. **Pharmaceutical Biology**, v. 43, n. 7, p. 614-619, 2005.

ROMANO, M. R. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) que expressam o gene *Lhcb1*2* de ervilha**. 2001. 66f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Programa de Pós-graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

RUDRA, S. G.; SHIVHARE, U. S.; BASU, S.; SARKAR, B. C. Thermal inactivation kinetics of peroxidase in coriander leaves. **Food and Bioprocess Technology**, v. 1, p. 187-195, 2008.

RUSSO, P.; ADILETTA G.; MATTEO, M. D. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 249-256, 2013.

SABAREZ, H. T.; PRICE, W. E.; KORTH, J. Volatile changes during dehydration of d'Agen Prunes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 5, p. 1838-1842, 2000.

SAHNI, E. K.; CHAUDHURI, B. Contact drying: A review of experimental and mechanistic modeling approaches. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 434, p. 334-348, 2012.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 274p.

SANTOS, P. H. S.; SILVA, M. A. Retention of Vitamin C in Drying Processes of Fruits and Vegetables-A Review. **Drying Technology**, v. 26, p. 1421-1437, 2008.

SARAF, D. K.; DIXIT, V.K. Spilanthes acmella Murr. : Study on Its Extract Spilanthol as Larvicidal Compound. **Asian J. Exp. Sci.**, v. 16, n. 1/2, p. 9-19, 2002.

SCHIMZ, K. L. The effect of sulfite on the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. **Archives of Microbiology**, v. 125, p. 89-95, 1980.

SCHWARTZ, S. J.; LORENZO, T. V. Chlorophylls in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, n. 1, p. 1-17, 1990.

SELLAMI, I. H.; WANNES, W. A.; BETTAIEB, I.; BERRIMA, S.; CHAHED, T.; MARZOUK, B.; LIMAM, F. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, v. 126, p. 691-697, 2011.

SENADEERA, W., BHANDARI, B.R., YOUNG, G., WIJESINGHE, B. Fluidization behavior of cylindrical green bean particulates during drying. **Tropical Agricultural Research**, v. 10, p. 192-202, 1998.

TANONGKANKIT, Y.; CHIEWCHAN, N.; DEVAHASTIN, S. Evolution of anticarcinogenic substance in dietary fibre powder from cabbage outer leaves during drying. **Food Chemistry**, v. 127, p. 67-73, 2011.

TEARE, I. D.; PEET, M. M. **Crop-water relations**. New York: John Wiley & Sons Publ., 1983.

TEIXEIRA, L. V. ANÁLISE SENSORIAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 366, v. 64, p. 12-21, 2009.

TEMBO, L.; CHITEKA, Z. A.; KADZERE, I.; AKINNIFESI, F. K.; TAGWIRA, F. Blanching and drying period affect moisture loss and vitamin C content in *Ziziphus mauritiana* (Lamk.). **African Journal of Biotechnology**, v. 7, p. 3100-3106, 2008.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669-675, 2006.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

THOMAS, D. S.; DAVENPORT, R. R. *Zygosaccharomyces bailii* - a profile of characteristics and spoilage activities. **Food Microbiology**, v. 2, p. 157-169, 1985.

VAN DUYN, M. A. S.; PIVONKA, E. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 12, p. 1511-1521, 2000.

VEGA-MERCADO, H.; GÓNGORA-NIETO, M. M.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Advances in dehydration of foods. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 271-289, 2001.

VICENTE, A. R.; MANGANARIS, G. A.; SOZZI, G. O.; CRISOSTO, C. H. **Nutritional quality of fruits and vegetables**. In: Florkowski, W. J. et al. (eds). Postharvest Handling. 2 ed., San Diego: Academic Press, 2009.

VIDYASAGAR, K.; PREMAVALLI, K. S.; ARYA, S. S. Effect of oils and packaging materials on the storage stability of insta nutro cereal mix. **Indian Food Packer**, v. 45, p. 24-32, 1991.

VIEIRA, J. A. G.; CAL-VIDAL, J. Secagem a frio de creme de abacate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 553-562, 1995.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 71-89, 2000.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 141-143, 2003.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia**. Lima: TCA; Secretaria Protempore, 1996. 110 p.

VULPI, T. S.; MORAIS, C. P. M.; TRINDADE, A. P. F.; LIMA, M. C. H. P.; VELOZO, L. S. M.; KAPLAN, M. A. Análise do óleo essencial dos diferentes órgãos de *Acmella ciliata* Kunth (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociência**, v. 5, p. 1128-1130, 2007.

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S.; MOTHIBE, K. J. Quality changes of dehydrated restructured fish product from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by drying methods. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 1664-1680, 2013.

WANKHADE, P. K.; SAPKALA, R. S.; SAPKAL, V. S. Drying characteristics of okra slices on drying in hot air dryer. **Procedia Engineering**, v. 51, p. 371-374, 2013.

WITROWA-RAJCHERT, D.; RZACA, M. Effect of drying method on the microstructure and physical properties of dried apples. **Drying Technology**, v. 27, p. 903 - 909, 2009.

WONGSAWATKUL, O.; PRACHAYASITTIKUL, S.; ISARANKURA-NA-AYUDHYA, C.; SATAYAVIVAD, J.; RUCHIRAWAT, S.; PRACHAYASITTIKUL, V. Vasorelaxant and antioxidant activities of *Spilanthes acmella* Murr. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 9, p. 2724-2744, 2008.

WU, LI-CHEN; FAN, NIEN-CHU; LIN, MING-HUI; CHU, INN-RAY; HUANG, SHU-JUNG; HU, CHING-YUAN; HAN, SHANG-YU Anti-inflammatory Effect of Spilanthol from *Spilanthes acmella* on Murine Macrophage by Down-Regulating LPS-Induced Inflammatory Mediators. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 2341-2349, 2008.

YAN, Z.; SOUSA-GALLAGHER, J. M.; OLIVEIRA, A. R. F. Shrinkage and porosity of banana, pineapple and mango slices during air-drying. **Journal of Food Engineering**, v. 83, n. 3, p. 430-440, 2007.

YEU, K.; LEE, Y.; LEE, S. Y. Consumer acceptance of an extruded soy-based high-protein breakfast cereal. **Journal of Food Science**, v. 73, p. S20-S25, 2008.

ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J. Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. **Food Control**, v. 17, p. 59-64, 2006.

ZANONI, B., PERI, C., NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. **Food Research International**, v. 31, n. 5, p. 395-401, 1999.

ZHANG, M.; TANG, J.; MUJUMDAR, A. S.; WANG, S. Trends in microwave related drying of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 524-534, 2006.

ANNEXES

Annex A - Template for assessing acceptability hedonic scale record.

Name: _____

Please prove the coded samples and rate how much you liked or disliked, using the scale below.

Among the reviews of his mouth rinse samples and wait 30 seconds.

- 9 - I like very much
- 8 - Enjoyed 7 - Enjoyed moderately
- 6 - I liked slightly
- 5 - Disliked / nor disliked
- 4 - Slightly disgusted
- 3 - Moderately disgusted
- 2 - Very disgusted
- 1 - Dislike extremely

SAMPLE _____

Global acceptance _____

Color _____

Aroma _____

Texture _____

Taste _____

Purchase Intention

If you found this sample sale you:

- Will definitely buy
- Probably buy
- Maybe buy / might not buy
- Probably would not buy
- Certainly not buy

Comments: _____

Annex B – Sheet consumer profile.

Name: _____

1. Age group:

less than 20 years 20-30 years 31-40 years 41-50 years more than 50 years

2. Gender:

Female Male

3. Birth: _____

4. Education:

Key Average Top Posgraduate

5. Frequency of use:

	Weekly	Monthly	Rarely	Never
Leafy vegetables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cake	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruits/vegetables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coolant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>