



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS (PPGCTA)**

**PAULA HELLAYNE COSTA DOS SANTOS**

**Obtenção de um produto desidratado à base de tucupi,  
jambu e banana verde através do processo de *Refractance*  
*Window***

**BELÉM- PA**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS (PPGCTA)**

**PAULA HELLAYNE COSTA DOS SANTOS**

**Obtenção de um produto desidratado à base de tucupi,  
jambu e banana verde através do processo de *Refractance*  
*Window***

Dissertação apresentada como requisito parcial a obtenção do Grau de Mestre do Programa de Pós- graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Orientador:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Luíza Helena Meller da Silva.

**BELÉM- PA**

**2014**

**PAULA HELLAYNE COSTA DOS SANTOS**

**Obtenção de um produto desidratado à base de tucupi,  
jambu e banana verde através do processo de *Refractance*  
*Window***

Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Luiza Helena Meller da Silva

FEA/ITEC/UFPA- Orientadora

---

Prof. Dr. Antonio Manoel da Cruz Rodrigues

FEA/ITEC/UFPA – Membro

---

Prof. Dr. Rosinelson da Silva Pena

FEA/ITEC/UFPA – Membro

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Geomernny Rocha dos Santos

FEQ/ITEC/UFPA– Membro

**BELÉM- PA**

**2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, porque sei que sem ele não chegaria a lugar algum.

“Sei que os teus olhos viram o meu corpo ainda informe; e no teu livro todas estas coisas foram escritas; as quais em continuação foram formadas, quando nem ainda uma delas havia.

(Salmos 139 v 16)

Agradecer a minha família que independente de qualquer coisa sempre oraram e lutaram para que eu pudesse crescer pessoal e profissionalmente.

A minha mãe Eliana que sempre acreditou em mim e sempre orou para que eu conseguisse concretizar meus objetivos e sonhos e que sempre fez o possível para que chegasse aonde cheguei.

Aos meus irmãos Bianca, Bruna e Paulo que mesmo estando longe algumas vezes por questões de estudo sempre me apoiaram e oraram por mim. Ao meu sobrinho amado Emanuel, que chegou para alegrar ainda mais nossa família. A tia te ama príncipe!

Ao meu namorado Ailton pela ajuda e compreensão de todos os dias e por fazer nossa caminhada mais feliz, com companheirismos e alegria. Amo-te.

A minha orientadora que acreditou em mim e sempre me ajudou, confiando que tudo sempre daria certo. Obrigada professora Luiza Muller pela oportunidade sem igual que a senhora me ofereceu.

Aos meus amigos que aprendi a amar da família LAMEFI (Laboratório de Medidas Físicas), que aprendi a amar, obrigada por tudo, pelo companheirismo, ajuda e conselhos dados. Dizem que a coisa não é fácil, mais com vocês a caminhada se torna mais leve.

**OBRIGADA**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Tucupi embalado em garrafas pets.....	15
<b>Figura 2</b> Fluxograma de obtenção do tucupi.....	15
<b>Figura 3</b> Folhas e botões de jambu.....	17
<b>Figura 4</b> Sistema de coordenadas de cores CIALAB.....	21
<b>Figura 5</b> Secador de escala industrial de <i>Refractance Window</i> .....	26
<b>Figura 6</b> Secador de escala laboratorial de <i>Refractance Window</i> .....	34
<b>Figura 7</b> Capacidade de absorção de água dos produtos desidratados.....	38
<b>Figura 8</b> Curva de umidade adimensional em função do tempo.....	47
<b>Figura 9</b> Umidade das FORM I e FORM II, durante 35 dias de armazenamento.....	49
<b>Figura 10</b> Atividade de água das FORM I e FORM II durante 35 dias de armazenamento.....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Características físico-químicas do tucupi.....	16
<b>Tabela 2</b> Composição química das folhas de jambu .....	18
<b>Tabela 3</b> Composição centesimal das amostras de banana verde sem casca .....	19
<b>Tabela 4</b> Análises físico-químicas no tucupi.....	36
<b>Tabela 5</b> Características das pastas em diferentes formulações.....	37
<b>Tabela 6</b> Capacidade de absorção de óleo dos produtos desidratados.....	39
<b>Tabela 7</b> Higroscopicidade dos produtos desidratados.....	40
<b>Tabela 8</b> Conteúdo de fenóis totais das pastas e dos produtos desidratados.....	41
<b>Tabela 9</b> Capacidade antioxidante pela captura dos radicais ABTS e DPPH nas pastas e produtos desidratados.....	43
<b>Tabela 10</b> Diferença de cor das amostras nas diferentes formulações.....	44
<b>Tabela 11</b> Parâmetros de cor das pastas e produtos desidratados obtidos.....	45

## RESUMO

Diante da imensa diversidade de frutas, hortaliças e produtos desenvolvidos na região norte do Brasil, o tucupi, o jambu e a banana destacam-se por serem bastante utilizados, não apenas na culinária paraense, mas também para diversas outras finalidades. Visando a utilização desses produtos abundantes na região Norte do País, o presente trabalho teve por objetivo a obtenção de um produto desidratado à base de tucupi, jambu e banana verde, através do processo de *Refractance Window*. As formulações foram secas a uma temperatura de 70°C, por um tempo de 50 min. Foram secas 2 formulações codificadas como FORM I e FORM II. A umidade inicial das formulações foi de 88% b.u, com umidade final dos produtos desidratados de 10% e 9% b.u respectivamente. O tempo de secagem das amostras variou de uma formulação para outra, sendo que o tempo foi menor para a secagem da FORM II. Os produtos desidratados apresentaram elevada capacidade de absorção de água (2.159,091 para a FORM II) e (1.666,667 para a FORM I) e apresentaram uma capacidade de absorção de óleo média. Quanto à higroscopicidade, os produtos se mostraram pouco higroscópicos: 7,9 e 9,27 g H<sub>2</sub>O/g de amostra para FORM I e FORM II, respectivamente. Os produtos desidratados apresentaram conteúdo significativo de fenóis: 221,18 e 169,49 mg GAE/100 g de amostra para FORM I e FORM II, respectivamente. Com relação à capacidade antioxidante, os produtos desidratados apresentaram maior capacidade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH do que pelo radical ABTS. Para os resultados de cor, os valores de ( $\Delta E^*$ ) variaram significativamente para os produtos desidratados com as mesmas condições de secagem. A vida de prateleira foi avaliada durante 35 dias e observou-se que o produto desidratado da FORM I não apresentou variação a partir do dia 7º, dia quando avaliado pelo ganho de umidade, enquanto que a FORM II apresentou variação durante todo período de armazenamento. Quando o quesito avaliado foi a atividade de água, a FORM II não apresentou variação a partir do 14º dia, enquanto a FORM I apenas no 21º dia de armazenamento.

**Palavras Chave:** Tucupi, Jambu, Banana, Secagem, *Refractance Window*, Produto desidratado.

## ABSTRAT

Given the immense diversity of fruits, vegetables and products developed in northern Brazil, tucupi, jambu and banana are notable because they are widely used, not only in culinary of Pará, but for several other purposes. Aiming to use these abundant products in the northern Brazil, the present work aimed at obtaining a dehydrated product based on tucupi, jambu and green banana, through the Refractance Window process. The formulations were dried at a temperature of 70 ° C, in a time of 50 min. Two formulations coded as FORM I and FORM II were dried. The initial moisture content of the formulations was 88% wb, and the values of final moisture content of the dehydrated product were 10% (for FORM I) and 9% (for FORM II). The drying time of the samples varied from one formulation to another, and the time was shorter for the drying of FORM II. The dried products had high water absorption capacity (2159.091 for FORM II) and (1666.667 for FORM I) and had an average oil absorption capacity. As to hygroscopicity, the products were considered little hygroscopic: 7.9 and 9.27 g H<sub>2</sub>O / g of sample for FORM I and FORM II, respectively. The dehydrated products showed significant content of phenols: 221.18 and 169.49 mg GAE / 100 g of sample for FORM I and FORM II, respectively. Regarding antioxidant capacity, the dehydrated products had higher antioxidant capacity by DPPH radical sequestration than the ABTS radical. For the results of color, the values ( $\Delta E^*$ ) varied significantly for the dehydrated products with the same drying conditions. The shelf life was evaluated for 35 days and it was observed that the dried product of the Form I showed no change from seventh day, when evaluated by moisture gain, whereas FORM II showed variation during the entire period of storage . When the assessed parameter was the water activity, the FORM II did not change from the 14th day, while the FORM I changed only in twenty-first day of storage.

**Key Words:** Tucupi, Jambu, Banana, Drying, Refractance Window, Dehydrated product.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>15</b>
3.1	TUCUPI.....	15
3.2	JAMBU.....	17
3.3	BANANA VERDE .....	18
3.4	COR.....	20
3.5	COMPOSTOS BIOTIVOS .....	21
3.5.1	Carotenóides.....	21
3.5.2	Compostos fenólicos .....	22
3.6	SECAGEM .....	23
3.6.1	Secagem de materiais pastosos.....	24
3.6.2	Secagem em refractance window .....	25
3.7	PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS (Higroscopicidade do produto, morfologia das partículas e capacidade de absorção de água). .....	27
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
4.1	FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DAS MATERIAS PRIMAS.....	29

4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES E PRODUTOS DESIDRATADOS.....	30
4.2.1	Sólidos solúveis totais .....	30
4.2.2	pH .....	30
4.2.3	Umidade.....	30
4.2.4	Atividade de água.....	30
4.2.5	Cor .....	31
4.2.6	Atividade de água (aa) .....	31
4.2.7	Determinação de fenóis totais.....	31
4.2.8	Caracterização das propriedades tecnológicas do produto desidratado .....	32
4.3	PROCESSO DE SECAGEM POR <i>REFRACTANCE WINDOW</i> .....	34
4.4	AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DOS PRODUTOS DESIDRATADOS.....	35
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TUCUPI.....	36
5.2	CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES E PRODUTOS DESIDRATADOS .....	37
5.2.1	Formulações .....	37
5.2.2	Propriedades tecnológicas dos produtos desidratados .....	38
5.2.3	Fenóis totais.....	41

5.2.4	Capacidade antioxidante.....	43
5.2.5	Cor.....	44
5.3	PROCESSO DE SECAGEM.....	47
5.3.1	Vida de prateleira .....	48
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diante da imensa diversidade de frutas, hortaliças e produtos desenvolvidos na região norte do Brasil, pode-se destacar entre eles o tucupi, o jambu e a banana que se destacam por sua utilização não apenas na culinária dessa região, mas também para diversas outras finalidades.

Bastante consumida, não apenas, na região Norte, mais em várias partes do mundo, a banana é uma fruta que contém nutrientes como Vitaminas B e C, potássio e cálcio, destacando-se não só pela sua composição, mais pelo seu valor comercial acessível a todas as classes da sociedade, além de encontrar-se disponível no mercado durante várias épocas do ano (BEZERRA et al., 2013).

O tucupi, com produção durante todo o ano, é bastante utilizado em diversos preparos na culinária paraense, pode ser classificado como o produto e/ou subproduto obtido da raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) e suas variedades, através de processo tecnológico adequado. É obtido pela fermentação do líquido residuário proveniente da prensagem das raízes, colocado para a decantação do amido onde ocorre a separação natural do líquido (ADEPARÁ, 2008).

Outro destaque da culinária paraense é o jambu (*Spilanthes oleracea*), uma hortaliça de largo consumo na região Norte do Brasil. Em épocas festivas, como o tradicional Círio de Nazaré e as festas de fim de ano é bastante utilizado em pratos da região, além disso, é utilizado com finalidade medicinal devido à presença de um composto químico identificado na planta, o espilantol (BORGUES, 2013), utilizado no tratamento de males da boca e da garganta, bem como anestésico para dor de dente (LORENZI; MATOS, 2002).

Visando a obtenção de produtos com maior estabilidade microbiológica e maior tempo de vida útil, a secagem ou desidratação de alimentos é um processo bastante utilizado para remover a água, fazendo com que seja retardado ou diminuído o crescimento de microrganismos deterioradores, assim como ocorrência de reações químicas, tendo como benefício o aumento da vida de prateleira do produto (HELDMAN et al., 2000).

Dentre as técnicas de desidratação temos a secagem por *Refractance Window*, um processo de secagem pelo qual se utiliza energia térmica a partir de água quente em temperaturas muito próximas a da ebulição, para secar uma fina camada de material através da condução, convecção e radiação infravermelho (NINDO et al., 2004). Este método de secagem mantém a integridade de alimentos e ingredientes no que diz respeito à cor, sabor e nutrientes e tem sido estudado como um método alternativo à liofilização, *spray dryer* e tambor de secagem para a produção de *flakes* e pós (EVRANUZ, 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo a obtenção de um produto desidratado à base de tucupi, jambu e banana verde, através do processo de *Refractance Window*.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi a obtenção de um produto desidratado à base de tucupi, jambu e banana verde, através do processo de *Refractance Window* e avaliar as propriedades tecnológicas do produto final.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- × Caracterizar as matérias-primas e pastas obtidas;
- × Caracterizar os produtos obtidos;
- × Avaliar o processo de secagem;
- × Avaliar os compostos bioativos presentes na pasta e produtos obtidos;
- × Avaliar as propriedades tecnológicas dos produtos;
- × Avaliar a vida de prateleira dos produtos obtidos.

### 3 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

#### 3.1 TUCUPI

O tucupi (Figura 1) é definido, segundo ADEPARÁ (2008), como um produto e/ou subproduto obtido da raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) e suas variedades, através de processo tecnológico adequado, Com uso predominantemente na culinária paraense.



Figura 1 Tucupi embalado em garrafas petis

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com>

Para a obtenção do molho de tucupi ocorre o seguinte processo descrito na Figura 2.

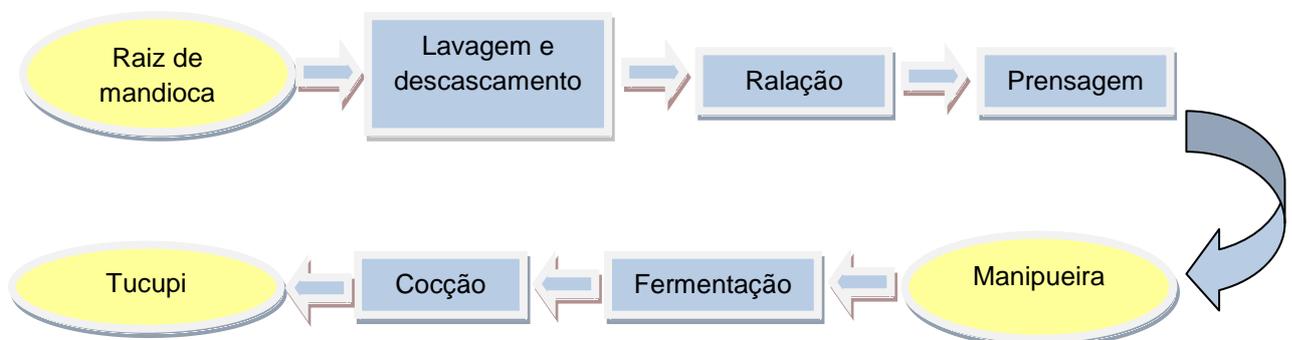


Figura 2 fluxograma de obtenção do tucupi

Fonte: Chisté e Cohen (2011)

Bastante utilizado em diversos preparos na culinária paraense, como o pato no tucupi e o tacacá, o tucupi, segundo o IBGE (1991), tem consumo per capita anual de 0,35 kg em Belém.

Poucos dados referentes ao seu valor nutricional ainda são encontrados na literatura. Segundo o IBGE 2011, o tucupi em caldo, sem pimenta, apresenta para cada 100 g, valor energético (4,87 kcal), proteínas (0,01g), carboidratos (1,30 g), fibra alimentar (0,01 g), cálcio (2,40 mg), magnésio (0,61 mg), fósforo (0,47 mg), ferro (0,01 mg), sódio (400,06 mg), potássio (3,33 mg), selênio (0,02 mg), retinol (21,28 mcg), vitamina A (10,64 mcg), nianicina (0,01 mg), vitamina E (0,01 mg) e Vitamina C (0,10 mg). Um estudo realizado por Marinho e Arkcoll (1981) sobre o caroteno em algumas variedades Amazônicas de mandioca pode identificar a presença de carotenóides em amostras de tucupi.

As características organolépticas que esse produto deve apresentar segundo a ADEPARÁ (2008) são:

- × Cor: Variando de amarelo claro ao amarelo intenso, quando homogeneizado.
- × Sabor: levemente ácido
- × Aroma: próprio

Em relação aos seus padrões físico-químicos estabelecidos pela ADEPARA (Tabela 1), devem apresentar as seguintes características:

Tabela 1 Características físico-químicas do tucupi.

<b>DETERMINAÇÃO</b>	<b>MIN.</b>	<b>MÁX.</b>
Sólidos totais (g/100g)	2,5	6,5
pH	3,5	4,3
Acidez total expressa em ácido láctico (g/100mL)	0,1	0,8
Cinzas (g/L)	3,912	-
Açúcares (g/L)		15

Fonte: ADEPARA (2008)

### 3.2 JAMBU

A planta *Acmella oleracea*, cresce na Amazônia Legal, a região sócio-geográfica no Norte do Brasil, onde é conhecido localmente como jambu, agrião bravo, ou agrião do Pará. Suas folhas são utilizadas na culinária paraense para a preparação de pratos típicos, seus brotos e folhas são usados na medicina popular para o tratamento de várias doenças, incluindo estomatite e resfriados. O chá de seus botões e folhas também é utilizado como um analgésico por algumas comunidades (NASCIMENTO et al., 2013).

Estudos anteriores relataram várias propriedades medicinais da planta, tais como, anestésico (LEY et al., 2006), Anti-inflamatório (CHAKRABORTY et al., 2004;. WU et al, 2008), analgésico e antitérmico (CHAKRABORTY et al., 2010), efeitos antiobesidade (EKANEM et al., 2007), e diurético (RATNASOORIYA et al., 2004).

De acordo com Lorenzi e Matos (2002) ao colocar a planta na boca, há uma leve sensação de formigamento, causada pelo composto espilantol, uma amida abundante em espécies do gênero *Spilanthes* (JACOBSON, 1957). O jambu (Figura 3) é considerado uma hortaliça doméstica que apresenta relevância na economia familiar de pequenos agricultores dos estados da região Norte do Brasil (NASCIMENTO, 2012).



Figura 3 folhas e botões de jambu

Fonte: Nascimento (2012)

Segundo Armond (2007), em triagem química da parte aérea de plantas de jambu, através da técnica de cromatografia de camada delgada, foi confirmada a presença de óleos essenciais em até 0,7%, flavonóides, espilantina, espilantol, spilol, afinina, colina e fitosterina. O óleo essencial contém um elevado índice de espilantol, e tem despertado grande interesse no mercado (BORGES, 2012). Pode-se observar na Tabela 2 a composição química do jambu.

Tabela 2 composição química das folhas de jambu

<b>Análise química em g/100g</b>											
Água	Prot	Lip	Carb	Fibra	Cálcio	Cinzas	Fosf	Ferro	Vit B1	Vit B2	Vit C
89 (g)	1,9 (g)	0,3 (g)	7,2 (g)	1,3 (g)	1,6 (g)	162 (mg)	41 (mg)	4,0 (mg)	0,03 (mg)	0,21 (mg)	20 (mg)

Fonte: (Revilla, 2001; Favoreto; Gilbert, 2010).

### 3.3 BANANA VERDE

A banana é cultivada de Norte a Sul do Brasil, tendo grande expressão econômica e elevado alcance social, pois é uma fonte barata de energia, minerais e vitaminas. É uma cultura versátil, capaz de ser cultivada em diferentes ambientes; produz o ano todo e é mantenedora da fertilidade do solo, o que a torna interessante para produção por pequenos produtores, que utilizam a banana como um recurso adicional (IZIDORO, 2011).

Dentre cultivares importante como arroz, trigo e milho a banana é a quarta mais importante. Contendo quantidades significativas de vitaminas B e C, bem como sais minerais, como potássio e cálcio. Na sua fase verde tem altos níveis de amido, principalmente o tipo resistente 2, que age no organismo humano como fibra alimentar (BEZERRA et al., 2013).

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo. No Brasil, o consumo per capita é estimado de 29,20 kg/habitante/ano (IZIDORO, 2011). É apreciada por todas as classes da sociedade devido ao preço acessível, disponibilidade no mercado e seu valor nutricional.

Responsável principalmente pelas propriedades tecnológicas atribuídas a muitos produtos alimentícios processados, o amido, contribui com várias propriedades como, a textura de alimentos; tendo aplicações industriais como agente espessante,

estabilizador coloidal, agente de gelificação e o volume potenciador (VANDEPUTTE et al., 2003).

A polpa da banana, quando verde, não apresenta sabor; trata-se de uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares e compostos aromáticos. Os frutos quando verdes são ricos em flavonóides, os quais atuam na proteção da mucosa gástrica. Apresentam também conteúdo significativo de amido resistente (AR), e cerca de 14,5% de fibras (MARTINEZ et al., 2009). Na Tabela 3 pode-se observar a composição da banana verde sem casca (b.s).

Tabela 3 - composição centesimal das amostras de banana verde sem casca

<b>Componentes (g/100g)</b>	<b>Banana verde</b>
Proteínas	4,68 ±0,25
Lipídios	0,513±0,04
Cinzas	2,52±0,32
Carboidratos	92,32±0,23
Amido total	78,43±0,11
Amido resistente	40,32±0,34
Fibra total	13,89±0,1

Fonte: Bezerra et al. (2013)

Uma nova estratégia econômica tem surgido para aumentar a utilização da banana, inclui a produção de farinha de banana quando o fruto é imaturo, incorporando a farinha da banana verde em vários produtos inovadores, tais como biscoitos rico em amido lentamente digerível (APARICIO-SAGUILAN et al., 2007), Pão rico em fibras (JUAREZ-GARCIA et al., 2006) e filmes comestíveis (RUNGSINEE; NATCHAREE, 2007).

Estudos realizados com farinha de banana verde indicam uma grande quantidade de amido resistente (cerca de 74% de sua composição) que contribuem para o controle de índices glicêmicos, colesterol, plenitude gástrica, a regularidade intestinal e fermentação pelas bactérias intestinais, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, que podem prevenir o câncer em células intestinais (BODINHAM et al., 2009).

### 3.4 COR

Segundo Tocchini e Mercadante (2001), na avaliação de um alimento o impacto visual causado pela cor sobrepõe-se a todos os outros atributos, fazendo desse um dos mais importantes na comercialização de alimentos e constituindo, assim, o primeiro critério de aceitação ou rejeição de um produto.

Um dos parâmetros de qualidade observados durante o processamento de frutas e hortaliças é a cor, pois muitos pigmentos naturais são destruídos durante o processamento e estocagem, pela alteração do pH ou pela oxidação de compostos. Como resultado os alimentos processados podem perder sua cor característica e, conseqüentemente o seu valor comercial (FELLOWS, 2000).

A cor é uma percepção visual resultante da detecção da luz após interação com um objeto. O sistema CIE (Comissão Internacional de "L'Eclairage")  $L^*$   $a^*$   $b^*$  e o sistema Hunter são os de maior importância para a medida instrumental. O método proposto por CIE, definido em 1976, baseia-se num espaço tridimensional de modo que cada cor é representada por um único ponto nesse espaço. É definida pelas coordenadas  $L^*$   $a^*$   $b^*$ , onde:

Eixo  $L^*$  representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco).

Eixo  $a^*$  representa uma escala de tonalidades de vermelho (0 +  $a$ ) a verde (0 –  $a$ ).

Eixo do  $b^*$  representa uma escala de tonalidade de amarelo (0 +  $b$ ) a azul (0 –  $b$ ).

Segundo Ramos e Gomide (2007), em uma representação polar do sistema de coordenadas retangulares CIELAB (Figura 4), surge à escala CIE  $L^*$   $C^*$   $h^*$  que, numericamente, descreve a cor tridimensional em luminosidade ( $L^*$ ), saturação ( $C^* = (a^*+b^*)^{1/2}$ ) e tonalidade ( $H^\circ$ ) onde:

$$H^\circ = \arctg (b^* / a^*), \text{ para } a^* > 0 ; b^* > 0$$

$$H^\circ = 180^\circ + \arctg (b^* / a^*), \text{ para } a^* < 0 ; b^* > 0$$

$$H^\circ = 270^\circ + \arctg (b^* / a^*), \text{ para } a^* < 0 ; b^* < 0$$

$H^{\circ} = 360^{\circ} + \arctg (b^*/ a^*)$ , para  $a^*>0$  ;  $b^*<0$

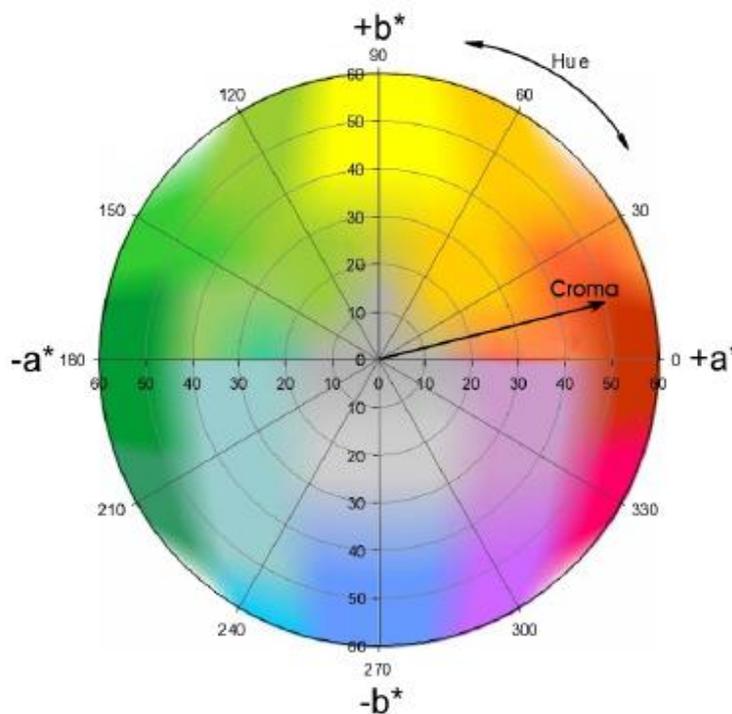


Figura 4 - sistema de coordenadas de cores CIALAB

Fonte: Minolta (1998)

### 3.5 COMPOSTOS BIOATIVOS

As frutas e hortaliças além de fornecerem componentes importantes para o desempenho de funções básicas do organismo, como o ácido ascórbico, o  $\beta$ -caroteno e o ácido fólico (ARTS; HOLLMAN, 2005), são fontes de compostos bioativos que apresentam em sua composição substância com atividade antioxidante, a exemplo dos carotenóides, Vitamina C e flavonóides, que as caracterizam como alimentos funcionais (LIMA et al.,2000).

#### 3.5.1 Carotenóides

Dentre os compostos bioativos, os carotenóides, além de serem corantes naturais dos alimentos, possuem também atividades biológicas (SENTANIN; AMAYA, 2007). Constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido à larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções. São

responsáveis pelas cores laranja, amarela e vermelha das frutas, hortaliças, flores, algas, bactérias, fungos, leveduras e animais, que apesar de não sintetizarem tais moléculas, podem obtê-las a partir do consumo de alimentos de origem vegetal (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Alguns carotenóides também desempenham importante papel nutricional como precursores de vitamina A, além de outras ações, tais como, proteção contra alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, cataratas, degeneração macular e melhoria do sistema imunológico, como o  $\beta$ -caroteno, o  $\alpha$ -caroteno, o licopeno, a luteína, a zeaxantina, dentre outros (FILHO, 2007).

O  $\beta$ -caroteno é considerado um antioxidante, pois é capaz de reduzir significativamente os efeitos causados por espécies reativas, como aquelas de oxigênio e nitrogênio, que são formadas normalmente no organismo (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000).

A atividade antioxidante consiste na habilidade para exterminar o oxigênio singlete, que é extremamente reativo nos radicais livres. O  $\alpha$ -caroteno e a  $\beta$ -criptoxantina também são considerados antioxidantes e seus efeitos benéficos à saúde estão relacionados a esta propriedade. No organismo humano são precursores de vitamina A, sendo o  $\beta$ -caroteno, devido a sua estrutura química, o mais eficiente (AMANCIO et al., 2012).

Além de atuar em prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, os carotenóides com atividade pró-vitáminica podem combater a hipovitaminose A. A carência dessa vitamina acarreta xerofthalmia, cegueira e até mesmo a morte, em milhares de crianças no mundo e constitui um dos principais problemas nutricionais de populações de países em desenvolvimento, incluindo o Brasil (AMBRÓSIO et al., 2006).

### **3.5.2 Compostos fenólicos**

Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE et al., 2005).

As principais substâncias classificadas como fenólicas são: os ácidos cinâmicos e seus derivados (ácido clorogênico; as flavonas; as antocianidinas e as antocianinas), os flavonóis e suas formas glicosídicas, os polifenóis condensados, cujos precursores possivelmente sejam as flavanas; e outros menos comuns, como flavonas, flavononas e isoflavonas (VAN BUREN, 1970).

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso, se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV (NACZK; SHAHIDI, 2004). Dentre os fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis, como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (ANGELO; JORGE, 2007).

Os compostos fenólicos em alimentos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa. As principais fontes de compostos fenólicos são frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas como cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão, sendo encontrados em maiores quantidades na polpa do que no suco da fruta (ANGELO; JORGE, 2007).

Os antioxidantes fenólicos interagem, preferencialmente, com o radical peróxil por ser este mais prevalente na etapa da autoxidação e por possuir menor energia do que outros radicais, fato que favorece a abstração do seu hidrogênio. A atividade anticarcinogênica dos fenólicos tem sido relacionada à inibição dos cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele (DECKER, 1998).

### 3.6 SECAGEM

A secagem é um processo que envolve transferência simultânea de calor e massa. A quantidade necessária de energia térmica para secar um determinado produto depende de fatores, como: o teor de umidade inicial, teor de umidade final desejado, a temperatura e a umidade relativa do ar de secagem, e a taxa de fluxo de ar (KARIM; HAWLADER, 2005).

Os principais objetivos da secagem na indústria alimentícia são: a conservação dos alimentos devido à redução da atividade de água ( $a_w$ ); a redução

do peso e do volume, reduzindo assim os custos de transporte e armazenamento; a facilidade do uso e a diversidade da oferta de produtos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

### 3.6.1 Secagem de materiais pastosos

Vários são os métodos que podem ser utilizados para a redução de água em um alimento, dentre os quais estão: a secagem por evaporação, a concentração de soluto, a secagem por liofilização, a secagem por atomização, a secagem em leitos fixos, dentre outros.

A secagem por pulverização é largamente utilizada na produção comercial de leite em pó, frutas e vegetais em pó. Este método tem várias vantagens, incluindo uma secagem rápida, grande rendimento e operação contínua. Durante o processo de secagem, a solução de alimentação é pulverizada em gotas numa corrente de ar quente (CAPRINO et al., 2012). No entanto, devido às temperaturas relativamente elevadas envolvidas nos processos de secagem por pulverização, esta técnica de secagem pode provocar a perda de qualidade e atributos sensoriais, especialmente vitamina C,  $\beta$ -caroteno e no aroma (DZIEZAK, 1988). Além disso, é difícil para pulverizar diretamente materiais ricos em açúcar, como por exemplo, a manga, porque eles tendem a aderir às paredes do secador (BHANDARI et al., 1997).

A secagem em camada de espuma (*Foam-mat drying*), tecnologia bastante antiga, tem sido utilizada, na última década devido o processo de secagem manter as suas substâncias voláteis, que de outro modo seria perdida durante a secagem de materiais sem a espuma (RATTI; KUDRA, 2006.; KADAM; BALASUBRAMANIAN, 2010). *Foam-mat drying* é o processo onde um alimento líquido ou pastoso é agitado para formar uma espuma estável, e posteriormente desidratada por processamentos térmicos. As principais vantagens desse método, quando comparado a outros métodos de secagem como *Spray-drying* ou secagem por tambor são as baixas temperaturas e curtos tempos de secagem. (BRYGIDYR et al., 1977).

A liofilização também pode ser utilizada para secagem de materiais pastosos, o tempo de secagem em liofilizadores varia de 18 a 24 horas. Embora a liofilização ofereça produtos desidratados, com preservação do sabor, da cor, e das vitaminas, o custo desta tecnologia é mais elevado do que o custo associado à secagem com ar quente, por exemplo. Além disso, os produtos liofilizados tendem a ser porosos e

podem hidratar rapidamente (quando expostos a um ambiente úmido), o que nem sempre é desejável (ABONYI et al., 2001).

Outro equipamento usado em secagem é o secador em leito de jorro. Essa técnica é uma forma modificada de técnicas convencionais de fluidização, que facilita a agitação das partículas, e a agitação no leito de secagem facilita a transferência de calor e massa, devido à camada de divisão constantemente renovada na superfície da partícula. As taxas de transferência de calor e massa entre as partículas e o meio de secagem são maiores por causa da grande área de contato entre as partículas e o meio de secagem, boa mistura de sólidos, distribuição de umidade quase uniforme em toda a camada e temperatura controlável estreitamente no leito (KAHYAOGLU et al., 2012).

A secagem de pastas e suspensões utilizando secadores de leito de jorro com partículas inertes vem sendo amplamente estudada com diversos materiais, como quitosana (DOTTO et al., 2011), extrato de ervas (SOUZA; OLIVEIRA, 2009). Nesses casos, o equipamento tem se mostrado uma boa alternativa ao secador por spray, por fornecer produtos de qualidade similar, a custos inferiores (BENALI; AMAZOUZ, 2006). Além disso, os secadores de leito de jorro proporcionam altas taxas de transferência de massa e calor e um bom controle da temperatura do leito (PALLAI, 2006).

### 3.6.2 Secagem em refractance window

*Refractance Window* (RW) é uma nova técnica de secagem projetada principalmente para converter purê de frutas em pó, flocos, ou concentrados (CAPARINO et al., 2012). A secagem por *refractance window* utiliza energia térmica a partir de água quente, em temperaturas muito próximas a da ebulição, para secar uma fina camada de material através da condução, convecção e radiação infravermelho (NINDO et al., 2004).

O *Refractance Window* (RW) é um secador contínuo (Figura 5) onde o produto a ser desidratado é espalhado sobre uma esteira plástica que flutua na superfície da água quente circulante, em canaletas. Devido a sua diversificada capacidade de lidar com uma gama de produtos líquidos, a sua finalidade é transformar frutas,

legumes, ervas e outros produtos relacionados em pó e concentrados com alto valor agregado (NINDO; TANG, 2007).

O calor latente de condensação do vapor de água é transferido por convecção para a superfície inferior do filme de plástico e o filme de plástico, por ser muito fino, quase que imediatamente atinge a temperatura de circulação de água quente.

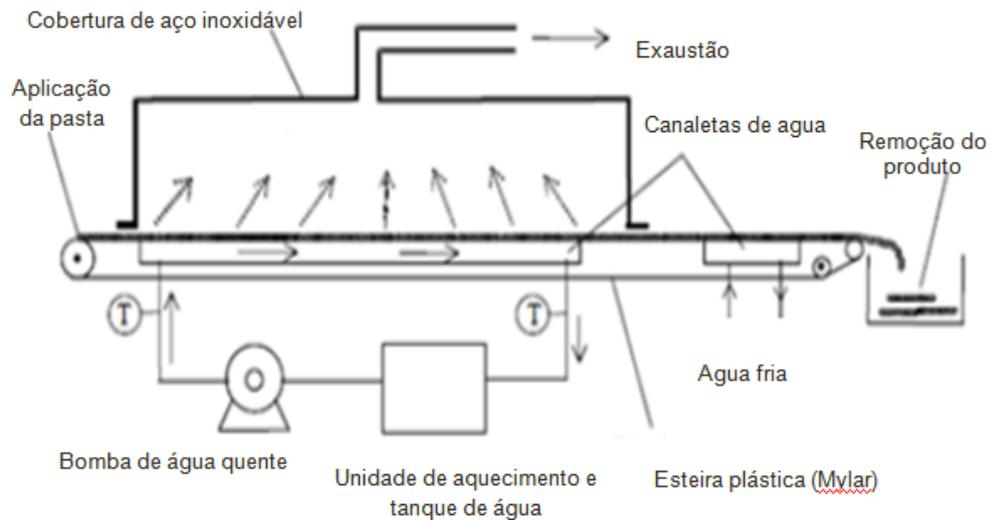


Figura 5 - secador em escala industrial de *Refractance Window*

Fonte: Nindo (2008)

A água é continuamente reaquecida, melhorando desse modo a eficiência térmica do sistema. O uso de água quente como meio de transferência de calor e com temperaturas pouco abaixo da ebulição é exclusivo para sistema de secagem RW. Para uma secagem RW eficaz é importante ter purês ou sucos de fruta, com a consistência adequada (viscosidade intermediária) para a facilidade de aplicação e espalhamento uniforme sobre a correia transportadora (NINDO, 2008).

A tecnologia de secagem RW é atualmente utilizada para a secagem de uma variada gama de produtos, incluindo mix de ovos mexidos, frutas como abacate, algas contendo carotenóides para o tratamento de degeneração muscular e câncer, extratos de ervas e suplementos nutricionais para uso humano, uma variedade de ingredientes para alimentos (por exemplo, ervas, especiarias e legumes), e suplementos nutricionais para o cultivo de camarão (BOLLAND, 2005).

Esta tecnologia oferece vários benefícios quando aplicada a frutas e vegetais. Por exemplo, boa retenção nutricionais de vitaminas, antioxidantes e sensoriais (cor,

aroma) foram notificados e atribuídos à boa saúde para as cenouras secas, morangos e abóbora (NINDO; TANG, 2007). Assim como a cor verde brilhante de purê de espargos permaneceu praticamente inalterada quando seco no secador RW, e é comparável à qualidade do produto liofilizado (ABONYI et al., 2002).

Caparino et al. (2012), ao investigar a influência de quatro métodos de secagem (RW, liofilização, secagem tambor e *spray drying*) sobre as propriedades físicas e microestruturas de pós resultantes de manga pode observar que as propriedades físicas e microestruturas dos pós de manga foram significativamente afetadas por métodos de secagem aplicados; que o método de secagem por RW pode produzir pó de manga de qualidade superior em relação a do tambor de secagem por pulverização e, ao mesmo tempo que é muito comparável à liofilização.

### 3.7 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS (Higroscopicidade do produto, morfologia das partículas e capacidade de absorção de água).

Os produtos vegetais possuem a propriedade de realizar trocas de água sob a forma de vapor, com o ambiente que os envolve. Estas trocas podem acontecer por meio do ganho ou da perda de água, fenômenos conhecidos, respectivamente, por adsorção e dessorção, de acordo com as características higroscópicas recíprocas do produto e do ar (CAETANO et al., 2012).

Dependendo do tipo de produto alimentício, a higroscopicidade pode ser benéfica, como no caso de pães e bolos ou prejudicial como no caso de balas, preparados sólidos para refresco, açúcares e etc. (MARTINS, 2001).

Principais características de pós são o tamanho das partículas (granulometria) e a forma da partícula (morfologia). As propriedades tecnológicas do pó (densidade aparente, fluidez, a área de superfície, etc), bem como as áreas potenciais da sua aplicação dependem destas características (MIKLI et al., 2001).

Existem diversas formas de se medir o tamanho de partículas, cada uma com vantagens específicas dentro de cada aplicação (SOUZA, 2007). A granulometria e a difração a laser constituem um dos mais populares métodos de análise de tamanho de partículas. Apesar de popular, a granulometria apresenta diversos problemas, como: erro nas aberturas das peneiras; influência da carga, que afeta a reprodutibilidade, além de não ser viável para materiais muito caros; o tempo de

peneiragem, que afeta os resultados, podendo ocasionar a quebra das partículas, dentre outros (LAITINEN et al., 2002).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise de características micro estruturais de materiais sólidos. A principal razão de sua utilidade é a alta resolução que pode ser obtida quando as amostras são observadas; valores da ordem de 2 a 5 nanômetros são geralmente apresentados por instrumentos comerciais, enquanto instrumentos de pesquisa avançada são capazes de alcançar uma resolução melhor que 1 nm (NAGATANI et al. 1987).

A capacidade de absorção de água (CAA) é uma das principais propriedades funcionais do gel: a água é retida na estrutura do gel por forças de capilaridade ou simplesmente é aprisionada na malha gelificada. Esta análise proporciona resultados importantes para resolução de problemas práticos como a sinérese, textura sensorialmente arenosa e aumento no rendimento (HINRICHS et al, 2003).

A capacidade de absorção de água (CAA) está relacionada com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido, sendo que o amido gelatinizado absorve mais água do que em seu estado natural (CARVALHO et al, 2002).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O tucupi foi obtido de um produtor rural localizado no município do Acará, foi caracterizado de acordo com os padrões exigidos pela legislação vigente, seguindo as seguintes metodologias: acidez titulável (nº 942.15B da AOAC 1997), teor de cinzas (nº 940.26 da AOAC 1997), sólidos totais (nº 920.151 da AOAC 1997); pH (nº 981.12 da AOAC 1997) e açúcares pelo método de (Lany-Eynon) descrito por Carvalho et al. (1990).

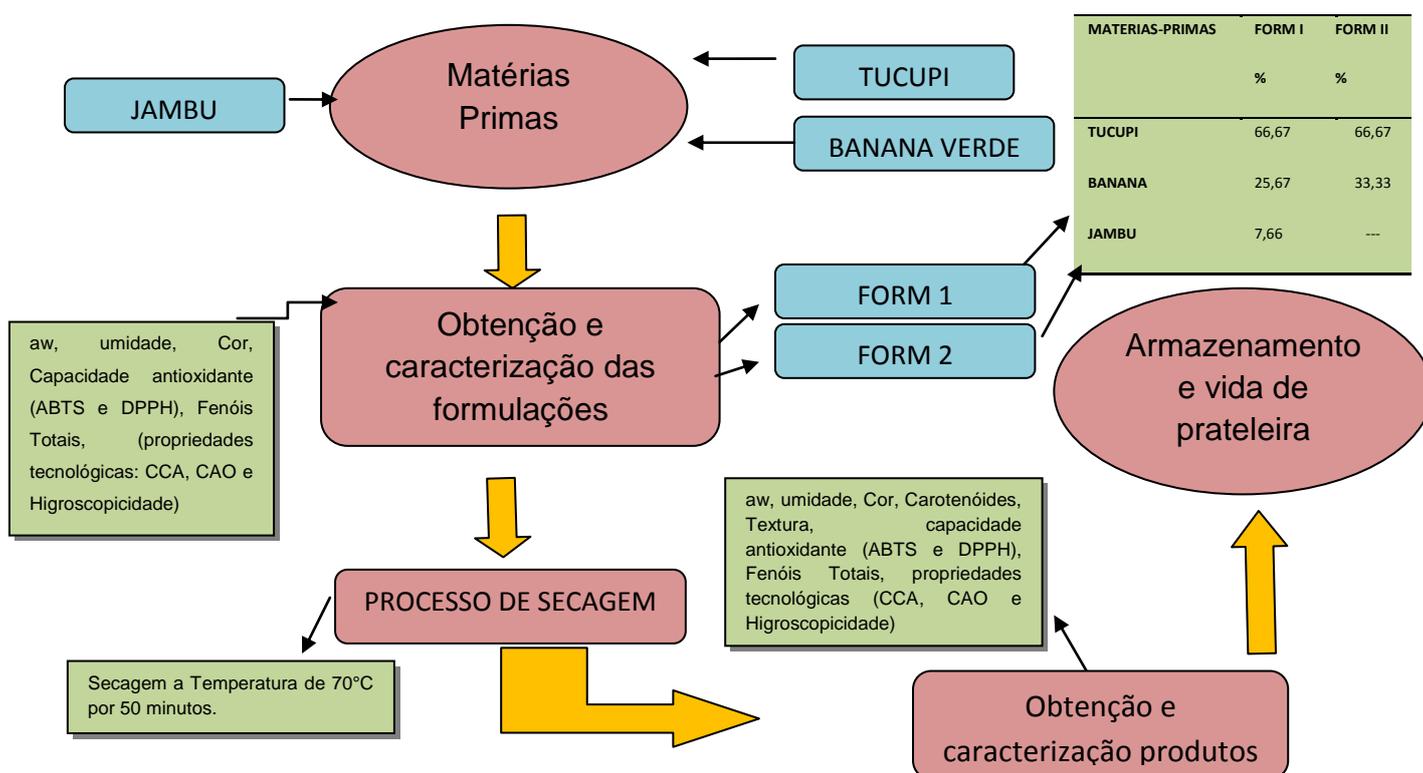
A banana verde foi obtida na Central de Abastecimento do Estado (CEASA/PA), no grau de maturação 1 (verde), coletadas no mesmo dia da chegada ao fornecedor sendo em seguida higienizadas e autoclavadas para utilização.

O jambu foi obtido na feira do Ver-o-Peso em Belém do Pará de apenas um fornecedor, levados para o laboratório, higienizados e armazenados em sacos de 30 gramas sob congelamento para posterior utilização.

As matérias prima obtidas foram encaminhadas ao laboratório de medidas físicas (LAMEFI) da Universidade Federal do Pará onde os experimentos foram realizados.

### 4.1 FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DAS MATERIAS PRIMAS

O Fluxograma abaixo mostra o processamento das matérias primas para obtenção dos produtos desidratados.



## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES E PRODUTOS DESIDRATADOS

Para obtenção dos produtos desidratados foram elaboradas duas formulações (FORM I e FORM II), as matérias primas para elaboração foram processadas em um triturador onde parte da amostra foi retirada para análise e o restante seguiu para o processo de secagem. As análises realizadas nas formulações antes e após a secagem estão descritas a seguir.

### 4.2.1 Sólidos solúveis totais

Foi determinado em refratômetro digital marca *ABBE refractometer*, modelo Q 767BO, série 08050021, de acordo com a metodologia da AOAC (método nº 920.151 de 1997).

### 4.2.2 pH

Foi determinado por pHgâmetro digital marca DIGIMED, modelo DMPH1 de acordo com a metodologia da AOAC (método de nº 981.12 de 1997).

### 4.2.3 Umidade

Foi determinada gravimetricamente, por secagem em estufa a 105 °C até peso constante, segundo a metodologia da AOAC (método nº 925.10 de 1997).

### 4.2.4 Atividade de água

A atividade de água foi determinada por leitura direta em termohigrômetro digital (Aqualab Séries 3TE, modelo 4TEV), com controle interno de temperatura a 25 °C.

#### 4.2.5 Cor

A análise de cor foi realizada em colorímetro MINOLTA CR310, operando no sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), onde ( $L^*$ ) representa a luminosidade; ( $a^*$ ) define a transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ) e ( $b^*$ ) representa a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ). A diferença de cor ( $\Delta E^*$ ) foi calculada de acordo com a Equação 1. Os índices de tonalidade ( $h^*$ ) (eq.2) e saturação ( $c^*$ ) (Eq.3) foram calculados a partir dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ .

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad (\text{eq. 1})$$

Onde ( $\Delta E^*$ ) é a variação da cor do produto desidratado com a pasta obtida, e o subscrito "0" representa a cor inicial da pasta.

$$H^\circ = 180^\circ + \arctg(b^*/a^*), \text{ onde } a^* < 0 ; b^* > 0 \quad (\text{eq. 2})$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{eq. 3})$$

#### 4.2.6 Atividade de água (aa)

A atividade de água foi determinada por leitura direta em termohigrômetro digital (Aqualab Séries 3TE, modelo 4TEV), com controle interno de temperatura a 25 °C.

#### 4.2.7 Determinação de fenóis totais

Foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Rufino et al. (2007), utilizando reagente de Follin-Ciocalteu. Dos extratos das amostras tomou-se 0,5 mL em tubos de ensaio, (para o branco foi usado 0,5 mL da solução de acetona a 7%), em seguida foi adicionado aos tubos 2,5 mL de solução de Follin-Ciocalteu a 10% agitado e deixado em repouso por um tempo de 2 minutos. Em seguida foram adicionados 2,0 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5%, levado para o banho

Maria a 50°C por 15 min. Após isso, foi levado ao banho de gelo por 30 s, sendo feita a leitura da absorvância em espectrofotômetro a 770 nm.

#### 4.2.8 Caracterização das propriedades tecnológicas do produto desidratado

##### 4.2.8.1 Higroscopicidade do produto

A higroscopicidade dos produtos desidratados foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Caetano et al. (2012) com algumas modificações.

Pesou-se cerca de 2 g de amostra em cápsulas plásticas, as quais foram colocadas em um dissecador de vidro a uma temperatura de 25°C, contendo uma solução saturada de cloreto de sódio (75% UR). Durante o processo de adsorção, as amostras foram pesadas, periodicamente, até atingirem o equilíbrio higroscópico, ou seja, até que não houvesse variação de massa, após três pesagens consecutivas. A higroscopicidade foi expressa como g de H<sub>2</sub>O por 100 g de amostra seca (g/100 g).

##### 4.2.8.2 Capacidade de absorção de água

Para a determinação da capacidade de absorção de água, foi utilizada a metodologia descrita por Porte et al. (2011), com algumas modificações. Foi pesado 2,5 g de amostra em tubos de centrífuga cônico graduado de 50 mL e adicionado 30 mL de água destilada foi centrifugado a 2000 rpm por 10 min. Os tubos foram aquecidos em diferentes temperaturas (50°C, 60°C e 70°C) por 25 min. Todo o sobrenadante foi transferido para proveta e medido o volume. A capacidade de absorção de água foi calculada de acordo com a Equação 4.

$$\%AA = (30 - vL) \times 100 \quad (\text{eq. 4})$$

Onde:

AA: Absorção de água

vL= Volume (mL) medido pela proveta

#### 4.2.8.3 Capacidade de absorção de óleo

A capacidade de absorção de óleo foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Porte et al. (2011), onde foram pesados 0,5 g de amostras e adicionados 3 mL de óleo de soja em tubos de centrífuga graduados de 15 mL. A amostra foi agitada manualmente durante 1 min e em seguida deixada em repouso durante 30 min, foi centrifugada a 3.000 rpm durante 25 min e fez-se a leitura com o auxílio de uma régua. O percentual de gordura absorvida foi expresso como quantidade de óleo de soja retido por 100 g de amostra.

#### 4.2.8.4 Capacidade antioxidante do produto desidratado

A capacidade antioxidante do produto desidratado foi determinada seguindo a metodologia descrita por Rufino et al. (2007), Através dos radicais ABTS e DPPH.

#### 4.2.8.5 Radical ABTS

O radical ABTS foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS com 88 µL da solução de persulfato de potássio. A mistura foi colocada em recipientes âmbar, à temperatura ambiente, por 16 horas, tempo necessário para que ocorresse a reação. Para determinação da curva-padrão foi diluído 1 mL desta mistura em álcool etílico e após 6 minutos da mistura foi feita a leitura em espectrofotômetro até obter uma absorbância de 734 nm. Foram preparadas 3 diluições dos extratos das amostras (100, 50 e 30 µL), foi adicionado 30 µL desses extratos em tubos de ensaio junto com 3 mL do radical ABTS, a leitura foi realizada após 6 min em espectrofotômetro a 734 nm.

O método de avaliação da capacidade antioxidante pela captura do radical ABTS mede atividade de compostos de natureza tanto hidrofílica como lipofílica. Os resultados da atividade antioxidante pelo ensaio ABTS são expressos como valor TEAC (capacidade antioxidante total do composto equivalente ao Trolox), que é definido como a concentração de Trolox que apresenta o mesmo percentual de

inibição que uma concentração de 1  $\mu\text{M}$  do composto de referência. Assim, quanto maior o valor TEAC, mais forte é o potencial antioxidante.

#### 4.2.8.6 Radical DPPH

A solução de DPPH foi preparada a partir de 2,4 mg de DPPH em álcool metílico e completado o volume para 100 mL em um balão volumétrico. A solução foi preparada apenas no dia da análise. Para a determinação da curva padrão foram utilizados de 10  $\mu\text{M}$  a 50  $\mu\text{M}$  da solução de DPPH. Determinada a curva padrão foram feitas 3 diluições com o extrato das amostras (100, 50 e 30  $\mu\text{L}$ ) foi transferido 0,1 mL de cada extrato para tubos de ensaio e adicionado 3,9 mL do radical DPPH. Após 30 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 515 nm.

### 4.3 PROCESSO DE SECAGEM POR *REFRACTANCE WINDOW*

O processo de secagem para obtenção do produto desidratado foi baseado no processo de secagem realizado por Castoldi (2012).

A pasta foi espalhada uniformemente sobre o filme plástico do equipamento (Figura 6), com auxílio de um espalhador. A temperatura de secagem foi  $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e o tempo de secagem aproximadamente 50 minutos.

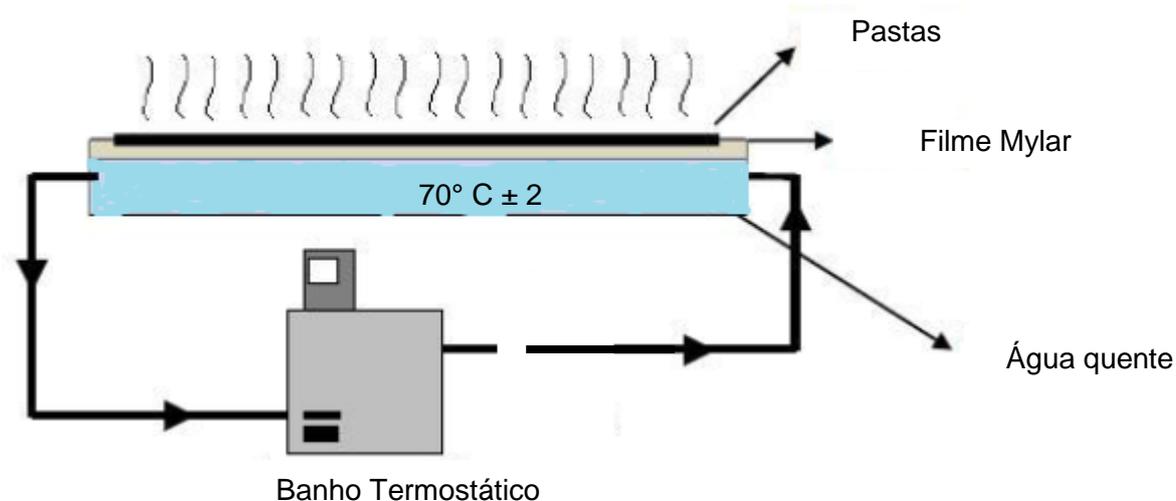


Figura 6 - Secador de escala laboratorial de *Refractance Window*

A cinética de secagem das pastas foi realizada em triplicata para cada formulação. Os ensaios foram realizados através da coleta de aproximadamente 5 g de amostra em intervalos de tempos preestabelecidos (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50). As amostras foram analisadas quanto ao teor de umidade, pelo método gravimétrico em estufa a 105°C ate peso constante.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DOS PRODUTOS DESIDRATADOS

A avaliação da vida de prateleira foi realizada de acordo com Grizotto (2006). O período de armazenamento foi de 35 dias, o acompanhamento foi realizado em intervalos intercalados de 7 dias. As análises realizadas para avaliação da vida de prateleira foram umidade e atividade de água.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ), com auxílio do programa Statistica® versão 7.0 (STATSOFT INC., 2004).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TUCUPI

A Tabela 4 apresenta os valores médios dos vários lotes de matérias utilizados neste trabalho.

Tabela 4 - Análises físico-químicas do tucupi

<b>Determinação</b>	
Sólidos totais (g/100g)	5,70 ±0,00
pH	3,83±0,05
Acidez total expressa em ácido láctico (g/100mL)	1,97±0,00
Açúcares (g/L)	2,72 ±0,00
Cinzas (g/L)	0,70±0,03

Os resultados demonstram que apesar do tucupi ser produzido artesanalmente o processo de obtenção leva em consideração a qualidade e reprodutibilidade das informações. Observa-se ainda que os resultados encontrados para as amostras de tucupi para sólidos totais, pH, açúcares e cinzas estão de acordo com o estabelecido pela legislação vigente (ADEPARA, 2008).

No entanto os valores para acidez estão acima dos padrões estabelecidos pela legislação. De acordo com Chisté e Cohen (2011), as propriedades do tucupi dependem diretamente do processo de fabricação realizado, assim como da variedade da mandioca utilizada no processo de extração da manipueira, podendo ser um dos fatores que justificaria o valor de acidez encontrado nesse estudo.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES E PRODUTOS DESIDRATADOS

### 5.2.1 Formulações

Como podem ser observados na Tabela 5, os valores encontrados para as duas formulações não diferiram entre si.

Tabela 5 - características das formulações

FORM	Umidade (%)	Atividade de água (AA)	°Brix	pH
I	88,84±0,16 <sup>a</sup>	0,99±0,00 <sup>a</sup>	8,86±0,05 <sup>a</sup>	4,1±0,01 <sup>a</sup>
II	88,36±0,27 <sup>a</sup>	0,99±0,00 <sup>a</sup>	8,36±0,05 <sup>a</sup>	4,03±0,05 <sup>a</sup>

\*Letras iguais na mesma coluna não diferiram significativamente ao nível de significância de  $p < 0,05$ .

As formulações apresentaram um alto valor de umidade (88%), condições necessárias para viabilizar o espalhamento das amostras no secador. Valores semelhantes foram relatados por Topuz et al. (2009), para purê de páprica das variedades Anaheim (90,52%) e Japapeno (86,65%) utilizando a secagem por *Refractance Window*.

Abonyi et al. (2001) utilizaram a secagem por *Refractance Window* para secar purês de cenouras obtendo valores próximo aos relatados neste estudo (89,4%).

Os valores encontrados para Brix e pH caracterizam as pastas como um produto com baixo teor de sólidos e como um produto ácido, já que produtos com valores nessa faixa (4 - 4,5) são classificados como produtos ácidos, limitando dessa forma o desenvolvimento de determinados microrganismos, podendo apresentar apenas crescimento de bolores e leveduras e algumas espécies de bactérias (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

## 5.2.2 Propriedades tecnológicas dos produtos desidratados

### 5.2.2.1 Capacidade de absorção de água (CAA)

A capacidade de absorção de água foi determinada nos produtos desidratados obtidos. Observa-se na Figura 7 a CAA dos produtos em diferentes temperaturas.

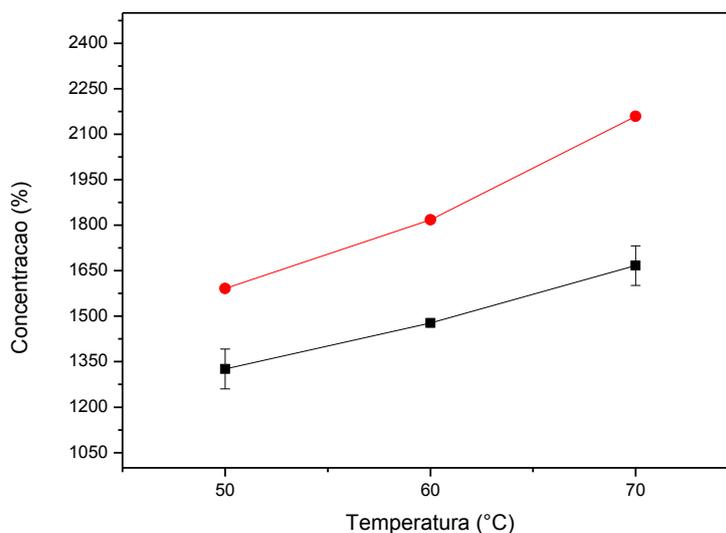


Figura 7 - CAA dos produtos desidratados (■FORM I e ●FORM II) das duas formulações em diferentes temperaturas

Observa-se que com o aumento da temperatura houve o aumento gradativo da CAA das amostras desidratadas, apresentando valores nas temperaturas de 50°C, 60°C e 70°C para FORM I de (1.325; 1.477; 1.666 %) respectivamente e para FORM II de (1.590; 1.818 e 2.159 %).

Esse aumento da capacidade de absorção de água com o aumento da temperatura ocorre porque os grânulos de amido, quando aquecidos em presença de água acima de uma determinada temperatura, formam suspensões viscosas, por causa da gelatinização do amido, tendendo a absorver mais água e quanto mais altas forem essas temperaturas maiores vão ser a sua capacidade de absorver água (DENARDIN; SILVA, 2008).

De acordo com Ferreira (2006), a capacidade de absorção de água depende da exposição à água de grupos hidrofílicos (-OH), das moléculas de amilose e amilopectina e da capacidade de gel de tais moléculas. Este índice está relacionado com a capacidade de absorção e retenção de água pelos constituintes da matéria prima, sendo que o amido gelatinizado absorve mais água que em seu estado natural.

Os resultados mostram que os produtos apresentaram capacidade de absorção de água elevada quando comparados com outros produtos, como os reportados por Porte et al. (2011), que obtiveram valores para farinhas de sementes de abóbora e de mamão (446,80 e 640,88 %), respectivamente, abaixo dos obtidos neste estudo.

Zandonadi et al. (2012), também encontraram valores inferiores ao reportado por este estudo, obtendo para a pasta de banana (401,73 %).

A CAA indica a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amidos de uma determinada amostra, submetida a um tratamento térmico, sendo que uma alta capacidade de absorção de água em farinhas, por exemplo, é desejável para o preparo de sopas, mingaus e pudins instantâneos (SILVA-SANCHEZ et. al., 2004).

#### 5.2.2.2 Capacidade de absorção de óleo (CAO)

Na Tabela 6 estão expressos os valores da CAO para os produtos desidratados.

Tabela 6 - CAO dos produtos desidratados

FORM	CAO (%)
I	105,99 ±1,9 <sup>a</sup>
II	102,64±3,5 <sup>a</sup>

\*Letras iguais na mesma coluna não diferiram significativamente ao nível de significância de ( $p < 0,05$ ).

De acordo com os resultados obtidos não houve diferença estatisticamente significativa dos produtos desidratados, apresentando, dessa forma, uma

capacidade de absorção média de óleo, quando comparados com valores relatados por autores como Porte et al. (2011), que encontrou valores de CAO (180,28 e 247,61%) para farinhas de sementes de abóbora e sementes de mamão respectivamente.

Glória e Regitano D'arce (2000), encontraram uma capacidade de absorção de óleo de 145% para o concentrado protéico de torta de castanha-do-pará e El-Adawy et al. (2001), observaram resultados acima (271,6% a 281,5%), em concentrados de tremoço.

A CAO elevada é uma propriedade essencial para a formulação de produtos emulsionados, massas de bolos, maionese, molhos para salada etc., contribuindo para a palatabilidade e retenção de sabor desses produtos (CHANDI ; SOGI, 2006).

#### 5.2.2.3 Higroscopicidade

Segundo Martins (2001), a higroscopicidade é a propriedade de adsorver água da atmosfera. Dependendo do tipo de produto alimentício, a higroscopicidade pode ser benéfica, como no caso de pães e bolos, ou prejudicial como no caso de balas, preparos sólidos para refresco, açúcares, etc.

Na Tabela 7 estão expressos os valores de higroscopicidade obtidos para os produtos desidratados.

Tabela 7 - Higroscopicidade dos produtos desidratados

<b>FORM</b>	<b>Higroscopicidade (g/100g)</b>
<b>I</b>	7,90±0,22 <sup>a</sup>
<b>II</b>	9,27±0,68 <sup>b</sup>

\*Letras iguais na mesma coluna não diferiram significativamente ao nível de significância de (p<0,05).

Como pode ser observado na Tabela 7 os valores de higroscopicidade das amostras do produto desidratado diferiram significativamente entre as amostras, no entanto as duas amostras demonstraram uma baixa higroscopicidade. Essa baixa higroscopicidade mostra o comportamento dos grânulos de amido quando estão a temperaturas baixas, pois quando mantidos a essa temperatura (20°C) tendem a não adsorver muito água da atmosfera, pela forma com que se encontram ordenados, apenas quando submetidos a temperaturas de gelatinização se desestruturam e absorvendo mais água.

De acordo com Souza (2012), outro fator que pode justificar a baixa higroscopicidade é a adição da banana verde nas formulações. Souza percebeu que quanto mais adicionava farinha de banana verde à sua formulação ocorria um decréscimo do conteúdo de água das suas amostras, evidenciando a baixa higroscopicidade da fibra presente na farinha de banana verde.

Valores superiores foram relatados por Tonon *et al.* (2009), para suco de açaí em pó em diferentes temperaturas com a adição de 20% de maltodextrina (15,54% a 15,79%).

### 5.2.3 Fenóis totais

Na Tabela 8 estão expressos os valores de fenóis totais para extratos das formulações e do produto desidratado.

Tabela 8 - Conteúdo de fenóis totais das formulações e dos produtos desidratados.

FORM	PASTA (mg GAE/100 g de amostra)	PRODUTO DESIDRATADO (mg GAE/100 g de amostra)
I	572,27±4,7 <sup>a</sup>	221,18±4,7 <sup>b</sup>
II	602,30±7,09 <sup>b</sup>	169,49±2,1 <sup>c</sup>

\*Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram significativamente ao nível de significância de (p<0,05).

Pode-se verificar de acordo com a Tabela 8, que os valores de fenóis diminuíram significativamente após o processo de secagem (61,36% FORM I) e (71,86% FORM II). Segundo Ribani (2006) dependendo do tipo de açúcar ligado, muitos parâmetros podem influenciar na eficiência da extração do composto e conseqüentemente a sua identificação e determinação. O tempo e a temperatura as quais o tecido vegetal é exposto podem influenciar a degradação ou hidrólise do glicosídeo ligado ao composto fenólico, influenciando a sua quantificação.

Diferentes autores que utilizaram a secagem por Refractance Window geralmente usam temperaturas mais elevadas por um tempo de secagem muito menor ao realizado nesse estudo, fatores estes que podem influenciar na degradação e retenção dos compostos fenólicos nas amostras desidratadas. Topuz *et al.* (2009), realizaram a secagem por refractance Window a (95°C e 97°C por 3 min.) para secagem de páprica. Nindo e Tang (2007) utilizaram uma temperatura de 95°C para secagem de sucos de frutas.

Martinez *et al.* (2009), utilizaram uma temperatura de 92°C para secagem de fatias de manga por Refractance Window. Abonyi *et al.* (2001), para secagem de purês de cenoura e morango utilizaram temperatura de secagem de 95°C por um tempo de 3-5 minutos.

Como pode ser observado na Tabela 8, os produtos desidratados obtiveram valores de fenólicos totais superiores aos reportados por Cruz *et al.* (2012), para tomates secos em diferentes temperaturas, obtendo valores entre 25,26 e 31,14 mg/100g.

Chong *et al.* (2013), obteve resultados inferiores ao relatados nesse estudo para frutas secas por diferentes métodos de secagem, obtendo para maçã (298 mg/100g), manga (387,24 mg/100g) e mamão (250,00 mg/100g). Os resultados demonstram que os produtos desidratados obtidos constituem uma boa fonte de compostos fenólicos quando comparados com os outros os alimentos citados acima.

## 5.2.4 Capacidade antioxidante

### 5.2.4.1 ABTS e DPPH

Na Tabela 9 consta a atividade antioxidante total (TEAC), em equivalente de TROLOX, para as amostras das formulações e produtos desidratados nas diferentes formulações.

Tabela 9 - Capacidade antioxidante pela captura dos radicais ABTS e DPPH nas formulações e produtos desidratados.

FORM	ABTS		DPPH	
	Formulações ( $\mu\text{M}$ trolox/g de amostra)	PRODUTO DESIDRATADO ( $\mu\text{M}$ trolox/g de amostra)	Formulações (g fruta/g de DPPH)	PRODUTO DESIDRATADO (g fruta/g de DPPH)
I	39,78 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>	16,14 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	104.410,6 <sup>e</sup>	5.057,14 <sup>f</sup>
II	37,72 $\pm$ 1,3 <sup>c</sup>	17,17 $\pm$ 0,4 <sup>d</sup>	153.442,9 <sup>g</sup>	4.396,07 <sup>h</sup>

\*Letras diferentes na mesma linha diferiram significativamente ao nível de significância de ( $p < 0,05$ ).

De acordo com os valores obtidos para ABTS, observa-se (Tabela 9) que as formulações obtiveram maior capacidade antioxidante que os produtos desidratados, demonstrando perda (59,43 % FORM I; 54,49% FORM II) desses compostos com o processo de secagem. Como o método analisa compostos de natureza hidrofílica e lipofílica, a perda desses compostos com a água influenciou no seu conteúdo final.

Valores inferiores aos produtos desidratados foram relatados por Murcia *et al.* (2009), para produtos desidratados como acelga (9,1  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ), cebola (9,5  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) e cenoura (9,6  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) secas em microondas e armazenadas durante 8 dias.

Quando os resultados obtidos nesse estudo, são comparados com outros alimentos com potenciais antioxidantes conhecidos, como tomate (1,65  $\mu\text{M}/\text{g}$ ), azeite virgem de oliva (1,79  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ), cerveja (1,0  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) e chá preto (3,6  $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) (Beer et

al., 2003), pode-se considerar que apesar das perdas, tanto as formulações quanto os produtos desidratados, apresentaram uma capacidade antioxidante expressiva.

Os resultados para capacidade antioxidante pela captura do radical DPPH são expressos como EC<sub>50</sub>, que é a quantidade de antioxidantes necessária para diminuir em 50% a concentração inicial de DPPH da solução. Dessa forma, quanto menor o valor do EC50, menor terá sido o valor do extrato utilizado para reduzir o radical DPPH e maior a sua atividade antioxidante.

De acordo com as análises realizadas para avaliar a capacidade antioxidante, tanto das formulações quanto dos produtos desidratados, pode-se observar que os produtos desidratados obtiveram maior capacidade antioxidante que as pastas pela captura do radical DPPH.

O método DPPH apresenta vantagens quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solventes orgânicos, não detecta agentes pro oxidantes, sendo que determina apenas o poder redutor dos compostos analisados.

Valores superiores ao produto desidratado foram relatados por Sousa *et al.* (2011), para a avaliação de fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais, reportando valores para extrato aquoso de bacuri de (7.528 g/g DPPH) e para extrato aquoso de abacaxi (7.486,5 g/g DPPH).

Almeida (2009), obteve valores de 8.000 g/g DPPH e 6.000 g/g DPPH para os genótipos 8 e 7, respectivamente, de pedúnculos de cajueiro provenientes da região de Ipiranga – Piauí.

Rufino *et al.* (2010), obtiveram valores 6.980 g/g DPPH para polpa de bacuri e 4.877 g/g DPPH para carnaúba ao avaliar os compostos bioativos e capacidade antioxidante de 18 frutas tropicais não tradicionais no Brasil.

### 5.2.5 Cor

Os parâmetros L, a\* e b\* foram utilizados para calcular a diferença de cor ( $\Delta E^*$ ) das pastas e dos produtos desidratados. Os resultados podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Diferença de cor das amostras nas diferentes formulações.

FORM	$\Delta E^*$
I	7,72±0,47 <sup>b</sup>
II	17,64±0,35 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na mesma coluna diferiram significativamente ao nível de significância de ( $p < 0,05$ ).

De acordo com a Tabela 10 pode-se observar que houve diferença significativa entre as amostras, e que a FORM I apresentou menor variação de cor com o processo de secagem por *Refractance Window*. Essa maior variação de cor da FORM II pode ser justificada pela espessura do material que foi seco. Segundo Ocoró-Zamora e Ayala-Aponte (2013), a espessura influenciou significativamente nos valores de  $\Delta E^*$  das amostras de mamão papaia, pois amostras mais finas atingem temperaturas internas mais elevadas o que provoca ainda mais a degradação de componentes como carotenóides, que conferem cor aos alimentos. O autor encontrou valores de  $\Delta E^*$  superiores ao relatado nesse estudo (13 a 24), variando de acordo com a espessura e tempo de secagem do purê de mamão.

Nindo *et al.* (2003b), também encontrou valores superiores aos descrito nesse estudo para aspargos secos por *Refractance Window* encontrando valores de 22,4. Como não houve um controle na espessura do material a ser seco, isso pode ter sido um dos fatores que influenciou na diferença mais significativa da FORM II.

De acordo com os valores obtidos e comparados com os autores citados acima, observa-se que o processo de secagem não causou alterações muito elevadas nas características dos produtos finais, apresentando menores variações de  $\Delta E^*$  que os autores acima.

Na Tabela 11 estão expressos os valores Luminosidade ( $L^*$ ), de Croma ( $C^*$ ) e do Ângulo de Hue ( $H^*$ ) calculados para as formulações e produtos desidratados.

Tabela 11 Parâmetros de cor das formulações e dos produtos desidratados.

FORM	L*		C*		H*	
	Pasta	Produto desidratado	Pasta	Produto desidratado	Pasta	Produto Desidratado
I	48,55±0,17 <sup>a</sup>	41,95±0,41 <sup>b</sup>	1,36±0,00 <sup>c</sup>	19,21±0,16 <sup>d</sup>	95,22±0,22 <sup>e</sup>	94,11±0,63 <sup>f</sup>
II	57,21±0,09 <sup>a</sup>	44,92±0,73 <sup>b</sup>	30,22±0,18 <sup>c</sup>	17,78±0,60 <sup>d</sup>	90,48±0,14 <sup>g</sup>	95,87±0,41 <sup>h</sup>

\*Letras diferentes na mesma linha diferiram significativamente ao nível de significância de ( $p < 0,05$ ).

A variável L\* corresponde à variação entre o preto (0) e branco (100). De acordo com os valores representados na Tabela 11 observa-se que a FORM I e os produtos desidratados apresentam uma baixa luminosidade, tendendo mais ao preto, diferente da amostra da pasta II que tende para uma luminosidade mais clara. Essa diferença de luminosidade ocorre devido adição do jambu à FORM I que deixa a pasta mais escura que a II.

Os valores de L\* apresentam diferença estatisticamente significativa entre as formulações e produtos desidratados, demonstrando diminuição da luminosidade nos produtos. No entanto, a relação entre  $L^*/L^*_0$  próximo de 1 indica menor interferência do processo de secagem na qualidade do produto final. Ambas as amostras apresentaram valores próximos de 1 indicando que o processo de secagem por *Refractance Window* não afetou significativamente o produto durante o processo de secagem.

A saturação (C\*), também chamada de pureza, descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade, indicando a proporção em que ela está misturada com o preto, branco ou cinza; permitindo diferenciar cores fracas e fortes variando entre 0 e 60.

Os resultados obtidos para as pastas e produtos desidratados mostram diferença estatisticamente significativamente entre as amostras. Todas as amostras apresentaram uma baixa saturação, demonstrando formulações e produtos mais escurecidos, porém valores menores foram encontrados para a FORM I, isso

ocorreu devido à cor mais esverdeada da amostra pela adição do jambu na composição da pasta.

Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram utilizados para calcular o ângulo de Hue ( $H^*$ ) que representa a tonalidade da cor, sendo expresso em graus;  $0^\circ$  é  $+a^*$  (vermelha);  $90^\circ$  é  $+b^*$  (amarela);  $180^\circ$  é  $-a^*$  (verde) e  $270^\circ$  é  $-b^*$  (azul). Observa-se, de acordo com os resultados, que para o ângulo de Hue os produtos desidratados tenderam ao amarelo no ângulo de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ .

### 5.3 PROCESSO DE SECAGEM

Na Figura 8 estão representadas as curvas de secagem para as duas formulações, secas a temperatura de  $70^\circ\text{C}$  durante 50 minutos.

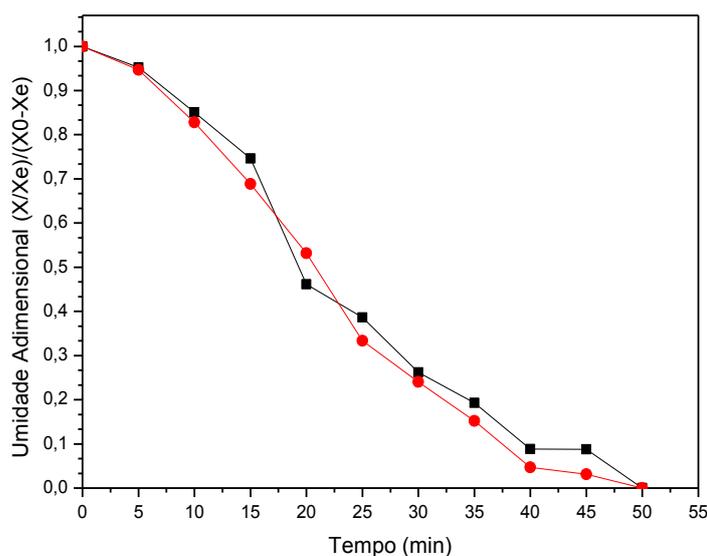


Figura 8 - Curva de umidade adimensional em função do tempo nas diferentes formulações (■FORM I e ● FORM II)

Observa-se na figura 8 que as duas formulações se comportaram de formas similares, a Form II obteve um tempo de secagem um pouco menor que a FORM I. A Form I obter um decréscimo acentuado no tempo 15 ao 20, apresentando um menor valor de umidade adimensional (0,46) que a FORM II (0,53), esses valores diferentes podem está relacionados não apenas com a composição das formulações, mas com o processo de secagem em si. Como não houve um controle

da espessura no espalhamento das amostras no secador, esse pode também ser um dos fatores que influenciaram, nos diferentes tempos de secagem das amostras.

De acordo com Martinez et al. (2012), avaliando as espessuras das mangas por secagem em *Refractance Window*, percebeu que o tempo de secagem das mangas foi influenciado pela espessura das amostras colocadas no secador. Enquanto as mangas com espessura de 0,1 mm levaram em torno de 30 minutos para obter uma umidade de 5%, as amostras com 2 mm de espessura levaram o dobro de tempo (60 min) para obter a mesma umidade.

Na secagem de cenouras por RW uma espessura de 1 mm, Abonyi et al. (2001), reduziu em um tempo de 3,5 min, a uma temperatura de secagem de 95°C, a umidade de cenouras de 89,4 para 9,9 %. Para uma mesma temperatura da água de aquecimento, Nindo et al. (2003a) obtiveram um tempo de secagem de 7.5 minutos na secagem de polpa de abóbora com 0,65 mm de espessura de espalhamento, com uma redução na umidade de 85.2 para 3.8 %. Demonstrando a influencia da espessura do material espalhado no secador sobre o tempo de secagem da amostras.

### 5.3.1 Vida de prateleira

A vida de prateleira de produtos pode ser definida como um período de armazenamento em que produtos com alta qualidade inicial permanecem adequados para consumo. Na Figura 9 estão expressos os resultados obtidos para o comportamento dos produtos desidratados nas diferentes formulações durante o armazenamento por 35 dias.

De acordo com os resultados apresentados a seguir pode se observar que os valores de umidade aumentaram gradativamente do tempo 0 ao 7 para as duas amostras. De acordo com a análise estatística realizada a Form I não apresentou diferença estatisticamente significativa após o 7º dia de armazenamento, no entanto a FORM II apresentou variação ate o 21º dia de armazenamento.

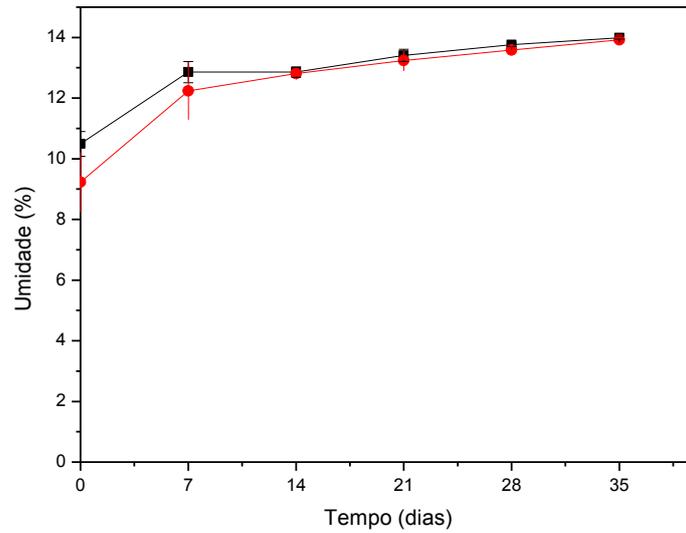
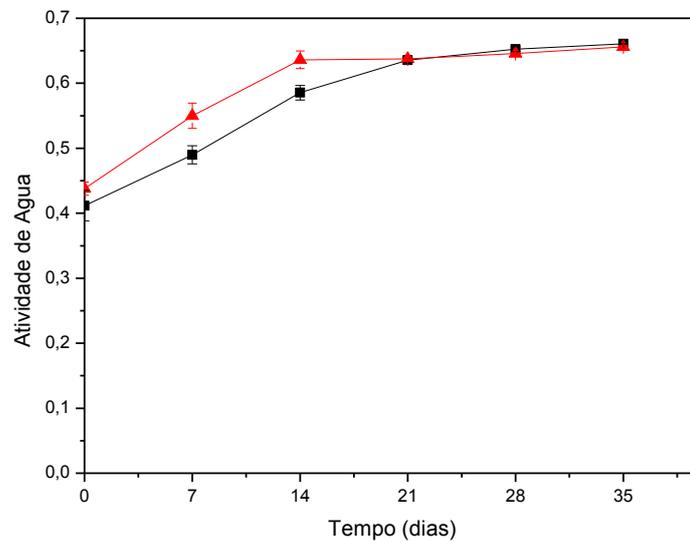


Figura 9- Umidade das amostras (■ FORM I e ● FORM II), durante 35 dias de armazenamento.



(a)

Figura 10- atividade de água das amostras (■ FORM I e ▲ FORM II), durante 35 dias de armazenamento.

Observa-se, que para os valores de atividade de água (Figura 10), houve um crescimento significativo para as duas formulações durante os primeiros dias de

armazenamento. Para a FORM I observou-se que não houve diferença significativa a partir do 21º de armazenamento, de acordo com os dias de análises realizadas e para a FORM II pode se observar que não houve variação estaticamente significativa a partir do 14º dia de armazenamento.

Um dos fatores que pode ter influenciado no ganho de umidade das amostras durante o período de armazenamento foi à embalagem utilizada (polietileno), que não era adequada para impedir que isso acontecesse.

O limite da vida de prateleira de produtos desidratados pode ser estabelecido em função do seu teor de umidade, decorrente das condições de armazenamento que foram utilizadas houve um favorecimento para elevação desse teor com o decorrer dos dias.

Bezerra et al (2013), observou também que os valores de sorção das farinhas de banana verde, com e sem casca, secas em secador de leito de jorro, apresentaram valores de AA superiores a 0,6 quando o teor de umidade era acima de 11 e 7 g H<sub>2</sub>O/100 g respectivamente, valores de 0,61 de AA foram relatados quando a umidade estava em torno de 14,42, valores próximos ao encontrados nesse estudo. De acordo com os autores esse comportamento é típico de alimentos ricos em hidratos de carbono, que apesar de apresentar uma baixa higroscopicidade ainda consegue absorver água modificando seu conteúdo durante o período de armazenamento.

Abony *et al.* (2011) obtiveram valores de umidade das pastas de cenouras desidratadas similares aos reportados nesse estudo (9,9%).

Valores maiores de AA foram reportados por Zamora e Ponte (2013), obtendo valores de 0,6 com tempo de secagem de 60 min. Os valores obtidos neste trabalho foram abaixo dos relatados pelos autores acima, com um tempo de secagem ainda menor (50 min).

## 6 CONCLUSÃO

Obtiveram-se produtos desidratados com baixos teores de umidade e atividade de AA, no entanto houve alteração desse conteúdo com o tempo, pelas condições de armazenamento utilizadas. Os produtos desidratados apresentaram um baixo pH, tornando um fator favorável para o produto por limitar o desenvolvimento de alguns microrganismos deterioradores.

Os produtos apresentaram uma elevada capacidade de absorção de água com o aumento da temperatura e capacidade média de absorção de óleo, valores bons que viabilizam a utilização dos produtos na indústria alimentícia. Apresentaram também uma baixa higroscopicidade.

Após a secagem houve uma diminuição no conteúdo de fenóis dos produtos obtidos, apresentando também uma diminuição na capacidade antioxidante quando determinados pelo sequestro do radical ABTS e DPPH.

A FORM I apresentou menor variação de cor com o processo de secagem. A Form I e os produtos desidratados apresentaram baixa luminosidade, apresentaram também baixa saturação e tonalidade tendendo ao verde e amarelo.

Os resultados obtidos para os produtos desidratados foram promissores, tendo em vista a utilização de matérias primas regionais para elaboração de um novo produto desidratado. Os resultados demonstram a que a FORM I apresentou em algumas análises melhores características como CAA menor, Higroscopicidade, menor perda no conteúdo de fenóis, mais estabilidade no ganho de umidade na vida de prateleira. No entanto as duas formulações apresentam características viáveis para utilização na indústria alimentícia.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABONYI, H. FENG, J. TANG, C.G. EDWARDS, B.P. CHEW, D.S. MATTINSON, J.K. FELLMAN Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window system. **Food Engineering and Physical Properties**, v. 67, p. 1051–1056, 2001.

ABONYI, B.I.; FENG, H.; TANG, J.; EDWARDS, C.G.; MATTINSON, D.S.; FELLMAN, J.K. Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window System. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 1051–1056, 2002.

ADEPARÁ – AGENCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. **Tucupi**: Norma de identidade, qualidade, acondicionamento e rotulagem do tucupi. Belém – PA, p. 12, 2008.

ALMEIDA, A. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do semi-árido do Piauí**. 2009. 186. p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi – Árido , Mossoró – RN, 2009.

AMANCIO, R. D.; SILVA, M. V. Consumo de carotenoides no Brasil: a contribuição da alimentação fora do domicílio. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 19, p. 130-141, 2012.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista Nutrição**, v. 19, p. 233-43, 2006.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, p. 1-9, 2007.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of analysis. Washington, v. 2, p. 783, 1997.

APARICIO-SAGUILAN, A., SAYAGO-AYERDI, S. G., VARGAS-TORRES, A., JUSCELINO, T., ASCENCIO- OTERO, T. E., & BELLO-PEREZ, L. A. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 175–181. 2007.

ARMOND, C. **Indicadores químicos, crescimento e bioeletrografias de plantas de jambu (*Acmella oleracea L.*), capim-limão (*Cymbopogon citratus (DC) Stapf*) e folha-da-fortuna (*Bryophyllum pinnatum (Lam.) Oken*) submetidas a tratamentos homeopáticos**. 2007. 142 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007

ARTS, I. C. W.; HOLLMAN, P. C. H. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. **American Journal Clinical Nutrition**. v. 81, p. 317-25. 2005.

BEZERRA, C. V.; AMANTE, E. D.; OLIVEIRA, D. C.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. **Industrial Crops and Products**. v. 41, p. 241– 249, 2013.

BENALI, M.; AMAZOUZ, M. Drying of vegetable starch solutions on inert particles: quality and energy aspects. **Journal of Food Engineering**, v.74, n.4, p.484–489, 2006.

BHANDARI, B.R., DATTA, N., HOWES, T. Problems associated with spray drying of sugar-rich foods. **Drying Technology**, v. 15, p. 671–684, 1997a.

BODINHAM, C. L.; FROST, C. L.; ROBERTSON, M. D. Acute ingestion of resistant starch reduces food intake in healthy adults. **British Journal of Nutrition**. v. 27, p.1-6, 2009.

BOLLAND, K. 2005. President, MCD Technologies Inc. Personal communication.

BORGES, L. 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.

BRYGIDYR, A. M., RZEPECKA, M. A. MCCONNELL, M. B. Characterization and drying of tomato paste foam by hot air and microwave energy. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 10, p. 313-319, 1977.

CAETANO, G. S.; SOUSA, K. A.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; COSTA, L. M. Higroscopicidade de sementes de caju-de-árvore-do-cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 4, p. 437-445, out./dez. 2012.

CARVALHO, R.V.; ASCHERI, J.L.R.; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de extrusados (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, 2002.

CASTOLDI, M. **Estudo do processo de secagem de polpa de tomate por Refractance Window**. 2002, 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis . 2012.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine ‘Carabao’ var.) powder. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 135–148, 2012.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises Químicas de Alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1990. (Manual Técnico)

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLAN, F.; PEREZ, A. M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J.; BRAT, P. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition Analysis**, v. 19, p. 645-654, 2006.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran proteins concentrates. **Journal of Food Engineering**. 2006.

CHAKRABORTY, A.; DEVI, R.K.B.; RITA, S.; SHARATCHANDRA, K.; SINGH, T.I. Preliminary studies on antiinflammatory and analgesic of *Spilanthes acmella* in experimental animal models. **Indian Journal of Pharmacology**. V. 36, 148–150, 2004.

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

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K.O. Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, p. 41-6, 2011.

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

CRUZ, P. M. F.; BRAGA, G. C.; GARNDI, A. M. Composição química, cor e qualidade sensorial de tomate seco a diferentes temperaturas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1475-1486, 2012.

DECKER, E. A. Strategies for manipulating the prooxidative/ antioxidant balance of food to maximize oxidative stability. **Trends Food science and technology**, p. 241-8, 1998.

DENARDIN, C.C; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**. 2008.

DOTTO, G. L. Drying of chitosan in a spouted bed: the influences of temperature and equipment geometry in poder 2038 Larrosa et al. **Ciência Rural**, v.41, n.11, nov, 2011. quality. **LWT- Food Science and Technology**, v.44, p.1786- 1792, 2011.

DZIEZAK. Microencapsulation and encapsulated ingredients. **Food Technology**, v. 42, p. 136–148, 1988.

EL-ADAWY, T. A.; RAHMA, E. H.; EL-BEDAWEY, A.A.; GAFAR, A. F. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. **Food Chemistry**, v.74, p.455-462, 2001.

EKANEM, A.P.; WANG, M.; SIMON, J.E.; MORENO, D.A. Antiobesity properties of two African plants (*Aframomum meleguetta* and *Spilanthes acmella*) by pancreatic lipase inhibition. **Phytotherapy Research**, v. 21, p. 1253–1255, 2007.

EVLANUZ, E. O. Drying vegetables: new technology, equipment and examples. Em **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**. Ed. Sinha, N. K. Blackwell Publishing Ltd, p. 299-315, 2011.

FAVORETO, R.; GILBERT, B. *Acmella oleracea* (L.)R.K. Jansen (Asteracea) – Jambu. **Revista Fitos**, v 5, n.1, p. 83-90, 2010.

FELLOWS, P. **Tecnologia De processamento de alimentos: princípios e práticas**. Zaragoza - Espanha: Acribia, 2000.

FILHO, G. L. **Extração de carotenoides de pitanga liofilizada com dióxido de carbono supercrítico**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

FERREIRA, R. E. **Avaliação de parâmetros do processo de extrusão e do teor de farelo de trigo adicionado em características de “snacks” expandidos de milho**. 2006. 163 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2006.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

GRIZOTTO, R. K.; BERBARI, S. A. G.; MOURA, S. C. R. S.; CLAUS, M. L. Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 709-714, 2006.

HINRICH, R.; GOTZ, J.; WEISSER, H. Water-holding capacity and structure of hydrocolloid-gels, WPC-gels and yogurts characterized by means NMR. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 234-237, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 1991. Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 1987/88.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids: Food and Nutrition Board**. Washington: National Academy Press; 2000.

IZIDORO, D. R.; **Influência do pré-tratamento com ultra-som e da secagem nas propriedades químicas, físicas e funcionais do amido de banana verde**. Paraná. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011, Tese (Doutorado).

JACOBSON, M. The Structure of espilantol. **Chemistry and Industry**, v. 12, p. 50-51, 1957.

JUAREZ-GARCIA, E., AGAMA-ACEVEDO, E., SAYAGO-AYERDI, S. G., RODRIGUEZ-AMBRIZ, S. L., & BELLO-PEREZ, L. A. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 61, p. 131–137. 2006.

KADAM, D. M.; BALASUBRAMANIAN, S. (2010). Foam mat drying of tomato juice. **Journal of Food Processing and Preservations**, (accepted).

KAHYAOGLU, L. N.; SACHIN, S.; SAMNU, G. Spouted bed and microwave-assisted spouted bed drying of parboiled wheat. **Food and Bioproducts Processing**, p. 301–308, 2012.

KARIM, M. A.; HAWLADER, M. N. A. Drying Characteristics of Banana: Theoretical modelling and experimental validation. **Journal Food Engineering**. v. 70, p. 35-45, 2005.

LAITINEN, O. H.; HYTOPNEN, V. P.; AHLROTH, M. K.; PENTIKAINEN, O. T.; GALLACHER, C.; NORLUND, H. R.; OVD, V.; MARTILLA, A. T.; PORKKA, E.; HEINO, S.; JOHNSON, M. S.; AIRENNE, K. J.; KULOMAA, M. S. Chicken avidin-related proteins show altered biotin-binding and physico-chemical properties as compared with avidin. **Biochem Journal**, v. 363, p. 609–617, 2002.

LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum*) and thyme leaves (*Thymes vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, p. 131-137, 2005.

LEY, J. P. KRAMMER, G., LOOFT, J., REINDERS, G., BERTRAM, H. Structure–activity relationships of trigeminal affects for artificial an naturally occurring alkamides related to spilanthol. **Developments Food Science**, v. 43, p. 21–24, 2006.

LIMA, L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. caracterização físico-química e sensorial de pintanga roxa. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v.22, p. 282-385, 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP:Instituto Plantarum, p. 396, 2002.

MARTINS, M. Açúcar invertido: Propriedades e aplicações. **Resvista Food Ingredientes**: Guia 2001 Fornecedores, p. 97, 2001.

MARINHO, H. A.; ARKCOLL, D. B. Estudos sobre o caroteno em algumas variedades amazônicas de mandioca (*Manihot Esculenta*). **Acta Amazonica**, v.11, p. 71-75, 1981.

MARTINEZ. M. O.; AYERDI. S. S.; ACEVEDO. E. A.; GOÑI. I.; PÉREZ. L. A. B. Unripe banana flour as an ingredienty to increase the undigestible carbohydrate of pasta. **Food Chemistry**, Canadá, v. 113, p.121-126, 2009.

MIKLI, V.; KAERDI, H.; KULU, P.; BESTERCI, M. Characterization of powder particle morphology. **Estonian Academy Scienc Engineering**, v. 7, p. 22-34, 2001.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: Minolta Co.Ltda, p. 57, 1998.

MURCIA, M. A.; JIMÉNEZ-MONREALA. M.; GARCÍA-DIZ, L.; CARMONA, M.; MAGGI, L.; MARTÍNEZ-TOMÉ, M. Antioxidant activity of minimally processed (in modified atmospheres), dehydrated and ready-to-eat vegetables. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, p. 2103–2110, 2009.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal chromatography A**, v. 1054 p. 95-111, 2004.

NAGATANI, T.; SAITO S.; SATO, M.; YAMADA, M. Development of an ultra high resolution scanning electron microscope by means of a field emission source and in-lens system. **Scanning Microscopy**. v.11, p. 901-909, 1987.

NASCIMENTO, A. M. **Polissacarídeos e metabólitos secundários de *spilanthes oleracea* I. (jambu)**. 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência- Bioquímica) – Faculdade de Bioquímica e biologia Molecular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

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

NINDO, C. I.; FENG, H.; SHEN, G. Q.; TANG, J.; KANG, D. H. Energy utilization and microbial reduction in a new film drying system. **Journal of Food Processing Preservation**, v. 27, p. 117-136, 2003a.

NINDO, C. I.; SUN, T.; WANG, S. W.; TANG, J.; POWERS, J. R. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis*, L.). **Swiss Society of Food Science and Technology**, v. 36, p. 507–516, 2003b.

NINDO, C. I.; TANG, J.; POWERS, J. R.; BOLLAND, K. Energy consumption during Refractance Window evaporation of selected berry juices. **International journal of energy research**, v. 28, p. 1089–1100, 2004.

NINDO, C. I.; TANG, J. Refractance Window Dehydration Technology: A Novel Contact Drying Method. **Drying Technology**, v. 25, p. 37–48, 2007.

NINDO, C.I. Novel Drying Method for Vegetables, Fruits, Herbs, and Aquatic Resources. **Anais**. Annual Conference Vancouver, British Columbia July, p. 13 – 16, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A. ET AL. Conservação de alimentos com base na modificação do pH, da atmosfera e da atividade de água. Evaporação e desidratação. Em **Tecnologia de Alimentos: Componentes de Alimentos e Processos**, v. 1, p 219-242, 2005.

OCORÓ-ZAMORA, M. U.; AYALA-PONTE, A. A. Influence of thickness on the drying of papaya puree (*Carica papaya* L.) through Refractance Window technology. **Dyna**, v. 182, p. 147-154, 2013.

OCHOA-MARTÍNEZ, C. I.; QUINTERO, P. T.; AYALA, A.A.; ORTIZ, M. J. Drying characteristics of mango slices using the *Refractance Window*<sup>TM</sup> technique. **Journal of Food Engineering**, v. 109, p. 69–75, 2012.

PALLAI, E. Spouted bed drying. In: ARUN MUJUMDAR. (Ed). **Handbook of industrial drying**. Philadelphia: Taylor & Francis Group, v. 14, p.363-384, 2006.

PARK, Y. S.; NAMIESNIK, J.; VEARASILP, K.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; BARASCH, D.; NEMIROVSKI, A.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars. **Food Chemistry**, v. 165, p. 354–361, 2014.

PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.91-96, 2011.

RAMOS, E M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação objetiva da cor. In: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**, v. 7, p. 287-370, 2007.

RATTI, C.; KUDRA, T. Foam-mat drying: Energy and cost analyses. **Canadian Biosystem Engineering**, v. 48, p. 27–32. 2006.

RATNASOORIYA, W. D.; PIERIS, K. P. P.; SAMARATUNGA, U.; JAYAKODY, J. R. A. C. Diuretic activity of *Spilanthes acmella* flowers in rats. **Journal Ethnopharmacol**, v. 91, p. 317–320. 2004.

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia**: Oportunidades Econômicas sustentáveis.

Manaus : INPA, p. 405, 2001.

RIBANI R. H. Compostos fenólicos em erva-mate e frutas. 2006. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos** . Instituto Mauá de tecnologia. Editora Edgard Blücher Ltda, v. 1, p. 155-157, 2004.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade Antioxidante Total em frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. (Comunicado técnico online – Embrapa)**. Fortaleza-CE, julho 2007. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct\\_126.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_126.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2014.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. (Comunicado técnico online – Embrapa)**. Fortaleza-CE, julho 2007. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct\\_126.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_126.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2014.

RUFINO, M. S. N.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PERÉZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MARCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.

RUNGSINEE, S.; NATCHAREE, P. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v. 40, p. 365–370, 2007.

SENTANIN, M.A; AMAYA, D.B.R. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n., p.13-19, 2007.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J. ; DE LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. **Plant Foods for human nutrition**, v.59, p.169-174, 2004.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Total phenolics and in vitro antioxidant capacity of tropical fruit pulp wastes Brazilian. **Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, p. 202-210, 2011.

SOUZA, A. P. **Comportamento higroscópico, avaliação físico-química e mineral do preparo sólidos para refresco nos sabores manga, laranja maracujá e abacaxi**. Ceará. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007. Dissertação (Mestrado).

SOUZA, C.R.F.; OLIVEIRA, W.P. Drying of herbal extract in a draft-tube spouted bed. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 87, p. 279-288, 2009.

SOUZA, R.M. S. Secagem convectiva da banana verde pacovan (*musa sapientum*) e sua aplicação na elaboração de cookies isentos de glúten. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande 2012.

VAN BUREN, J. Fruit phenolics. In: HULME, A. C. The Biochemistry of fruit and their products. New Youk: Academic Press London, v.1, p. 269-304, 1970.

VANDEPUTTE, G.E., DELCOUR, J.A., VERMEYLEN, R., GEEROMS, J. Rice starches: structural aspects provide insight in amylopectin retrogradation properties and gel texture. **Cereal Science**, v. 38, p. 61–68. 2003.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influence of drying air temperature and carrier agent concentration on the physicochemical properties of açai juice powder. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 29, p. 444-450, 2009.

TOPUZ, A.; FENG, H.; KUSHAD, M. The effect of drying method and storage on color characteristics of paprika. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 1667–1673, 2009.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e determinação, por CLAE, de Bixina e Norbixina em coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 310-313, 2001.

ZAMORA, M. U. O; APONTE, A. A. A. Influence of thichness on the drying of papaya puree (*Carica papaya* L.) through *Refractance Window* technology. **Dyna**, v. 182, p. 147-154, 2013.

ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; GANDOLFI, L.; GINANI, J. S.; MONTENEGRO, MONTENEGRO, F. M.; PRATESI, R. Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets. **Journal of The Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 7, 2012.

WU, L.; FAN, N.; LIN, M.; CHU, I.; HUANG, S.; HU, C.; HAN, S.A. Anti-inflammatory effect of spilanthol from *Spilanthes acmella* on murine macrophage by down-regulating LPS-induced inflammatory mediators. **Journal Agriculture Food Chemystral**, v. 56, p. 2341–2349, 2008.