



**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

**GLEYTON LEONEL SILVA SOUSA**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA BATATA-  
DOCE**

**Campina Grande – PB**

**2015**

**GLEYTON LEONEL SILVA SOUSA**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA BATATA-  
DOCE**

Monografia apresentada a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em cumprimento as exigências para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ângela Maria Santiago

**Campina Grande – PB**

**2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S725o Sousa, Gleyton Leonel Silva.  
Obtenção e caracterização da farinha da batata-doce  
[manuscrito] / Gleyton Leonel Silva Sousa. - 2015.  
42 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.  
"Orientação: Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química Industrial".

1. Batata-doce. 2. Farinha da batata-doce. 3. Processamento industrial. 4. Secagem. I. Título.

21. ed. CDD 635.94

GLEYTON LEONEL SILVA SOUSA

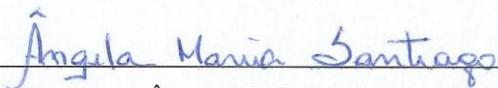
**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA BATATA-  
DOCE**

Monografia apresentada a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em cumprimento as exigências para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

APROVADA EM 04/11/2015

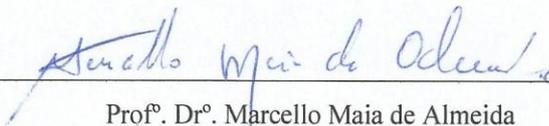
NOTA 9,8 (nove.oto)

BANCA EXAMINADORA:



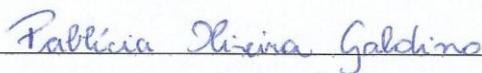
Profª. Dra. Ângela Maria Santiago (DQ/CCT/UEPB)

(Orientadora)



Profª. Drª. Marcello Maia de Almeida

(Examinador)



Profª. Drª. Pablicia Oliveira Galdino

(Examinadora)

Aos meus pais, Maria das Graças Silva e José Gomes de Sousa, e aos professores e amigos, que contribuíram de alguma forma nessa importante jornada em minha vida. **DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao bondoso Pai Celestial pelo aprendizado, pela força, sabedoria, vida, pelo cuidado, livramento e direcionamento em todos os momentos da minha vida.

Aos meus amados pais Maria das Graças e José Gomes pela sabedoria, conselhos, proteção, cuidado e ajuda em todos os momentos.

Ao meu irmão Gleydson Lemuel Silva Sousa, por ser meu maior exemplo de superação, e que através do mesmo busquei também minhas próprias conquistas.

A todos os meus amigos da graduação, por toda amizade e carinho, pelo companheirismo, ajuda, força e conselhos, contribuindo assim com a realização deste sonho.

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ângela Maria Santiago, por todos os ensinamentos passados, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento, pelos conselhos e orientação, amizade e profissionalismo.

A todos os meus queridos professores que, direta ou indiretamente, contribuíram e fizeram parte desta etapa importante da minha vida. Por todo conhecimento e conselhos passados, e principalmente pela amizade construída.

Ao meu patrão Lamarck Silveira Fernandes, pela compreensão e apoio em todos os momentos que precisei me ausentar do trabalho, sendo decisivo em todas as oportunidades que tive durante a graduação.

A Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus I, pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

*“Sua vontade determina seus limites, e seus limites determinam a realização ou não de seus sonhos”.*

*Raul Alex*

## RESUMO

A batata doce (*Ipomoea batatas porphyrorhiza*) é a raiz de uma planta rasteira, de fácil cultivo e ampla adaptação, considerada um produto levemente ácido, com um elevado teor de matéria seca caracterizando assim como um ótimo produto para processamento industrial. A produção da farinha da batata-doce vem como solução para as perdas pós-colheita dessa hortaliça, o presente trabalho através do método de secagem em estufa com circulação de ar, com variáveis de entrada: tempo, massa e temperatura; propôs a análise da cinética de secagem como também a caracterização da batata-doce *in natura* e da farinha produzida em relação aos teores de: água, cinzas, pH, acidez total titulável, densidades aparente e real, açúcares redutores totais e rendimento. O resultado apresentado propõe uma farinha que possui elevados teores energéticos, como também incontáveis finalidades, que vão desde a suplementação energética humana e animal há produtos de panificação.

**Palavras-chave:** batata-doce, secagem, perdas, farinha.

## ABSTRACT

The sweet potato (*Ipomoea batatas* porphyry Rhiza) is the root of a creeping plant, easy to grow and broad adaptation, considered a slightly acid product with a high content of dry matter as well as featuring a great product for industrial processing. The production of sweet potato flour comes as a solution to the post-harvest losses of this greenery, this paper through the drying method in an oven with air circulation, with input variables: time, mass and temperature; proposed the analysis of the drying kinetics as well as the characterization of sweet potato in natura and the flour produced in relation to levels of: water, ashes, pH, titratable acidity, apparent and real density, total reducing sugars and income. The results presented proposes a flour that has high energy levels, as well as countless purposes, ranging from human or animal energy supplementation for bakery products.

**Keywords:** sweet potato, drying, losses, flour.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Batata-doce.....	15
Figura 2: Esquema de transferência de calor e massa .....	21
Figura 3: Curva de secagem .....	24
Figura 4: Fluxograma da elaboração da farinha da batata-doce.....	30
Figura 6: Curvas de secagem.....	35
Figura 7: Farinha da batata doce com teor de água acima de 13%.....	36
Figura 8: Farinha com umidade inferior a 7% .....	37

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	14
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
2.1 Taxonomia da batata-doce.....	15
2.2 Importância sócioeconômica da batata-doce .....	16
2.3 Informações nutricionais .....	17
2.4 Estudos da Arte.....	19
2.5 Secagem.....	20
2.5.1 <i>Teor de água</i> .....	22
2.5.2 <i>Cinética de secagem</i> .....	23
2.5.3 <i>Alterações provocadas pela secagem</i> .....	26
2.6 Branqueamento.....	26
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	28
3.1 Local de realização do trabalho .....	28
3.2 Matéria-prima .....	28
3.3 Planejamento experimental.....	29
3.4 Etapas para obtenção da farinha da batata-doce .....	30
3.4.1 <i>Cinética de secagem</i> .....	30
3.5 Caracterização físico-química da polpa e farinhas produzidas .....	31
3.5.1 <i>Teor de água</i> .....	31
3.5.2 <i>Teor de cinzas</i> .....	31
3.5.3 <i>pH</i> .....	31
3.5.4 <i>Acidez total titulável</i> .....	31
3.5.5 <i>Massa específica aparente</i> .....	32
3.5.6 <i>Massa específica real</i> .....	32
3.5.7 <i>Teor de açúcares redutores totais</i> .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
4.1 Caracterização físico-química das batatas <i>in natura</i> .....	34
4.2 Cinéticas de secagem.....	35

4.3 Caracterizações físico-químicas das farinhas produzidas .....	35
4.4 Rendimento das farinhas .....	38
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos de frutas e hortaliças, na elaboração de novos produtos é de grande interesse econômico e tem representado um aspecto primordial para as indústrias, pois agrega valor a estes além de reduzir os custos operacionais.

A batata-doce (*Ipomea batatas* L.) é uma hortaliça tuberosa muito popular e é cultivada em todo território brasileiro. A planta é rústica, de ampla adaptação, alta tolerância a seca e de fácil cultivo (EMBRAPA, 2006). É uma hortaliça do grupo dos tuberosos feculentos (vegetais que armazenam reserva nos seus órgãos subterrâneos), assim como a batata, o cará, o inhame, a mandioca e a mandioquinha salsa. As hortaliças feculentas são fontes de carboidratos, minerais e vitaminas, e geram benefícios econômicos, nutricionais e diversidade no cardápio de sabor, textura e cor. Os carboidratos proporcionam o combustível necessário para os movimentos e abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos encontrados na natureza.

Cultivada em 111 países, sendo que aproximadamente 90% da produção mundial são obtidas do continente Asiático, apenas 5% na África e 5% no restante do mundo. Apenas 2% da produção estão em países industrializados como os Estados Unidos e Japão. A China é o país que mais produz batata-doce com 100 milhões de toneladas (WOOLFE, 1992).

Em 2011, o Brasil produziu 544,8 mil toneladas em 43,8 mil hectares, com variação positiva de 2,9% em relação a 2010, quando foram colhidas 495,2 mil toneladas, apontam dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes à Produção Agrícola Municipal. Na China, o principal produtor, as safras contabilizam, em média, 118 milhões de toneladas, numa área de 6 mil hectares. . A região nordeste apresenta uma maior área plantada, mais com um menor rendimento na produção em relação à região sul. Podemos atribuir essa contradição com área plantada e produção, a predominância maior no nordeste de uma cultura de subsistência, onde grande parte do seu cultivo ainda é feito de forma ultrapassada, evidenciando a carência de orientação profissional do conhecimento técnico-científico até o agricultor.

Contudo, os alimentos apresentam grande facilidade à deterioração durante seu armazenamento apresentando um tempo muito curto de vida para o consumo sem qualquer tipo de conservação. Essa deterioração é, normalmente, resultante do crescimento de micro-organismos, atividade enzimática e reações químicas, as quais, na

sua maioria, dependem do teor de água contida. Os processos físicos de conservação de alimentos, como a secagem, o armazenamento a baixas temperaturas e tratamentos térmicos, são ainda os mais adotados. (LUPETTI et al., 2005).

Dentre os diversos métodos de conservação de alimentos podemos destacar a secagem, pois é uma das tecnologias pós-colheita mais utilizada para solucionar problemas, tais como, a superprodução, excesso de oferta e alta perecibilidade de frutas e hortaliças (CHONG; LAW, 2011). A polpa na forma de pó obtida por métodos de secagem é uma alternativa para solucionar problemas relacionados com a estabilidade das mesmas, sabendo que a secagem aumenta a vida de prateleira, por meio da redução da atividade de água, conservando-se sem deterioração ao longo do armazenamento como também durante o transporte (KOROSHIS et al, 2009; CHEN e MUJUMDAR, 2008).

No Brasil esta cultura ainda fica restrita ao consumo direto e sua industrialização é rudimentar. Considerando sua composição nutricional e o potencial agrícola, pode ser usada como matéria-prima para obtenção de produtos industrializados de maior valor agregado, como exemplo a utilização de farinhas.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Obter farinha, a partir, da polpa da batata-doce.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a polpa da batata-doce *in natura* quanto aos parâmetros físico-químicos (teor de água, cinzas, pH, acidez titulável, densidade aparente e real, açúcares redutores e rendimento);
- Estudar a cinética de secagem em estufa com circulação de ar a partir de um planejamento fatorial  $2^3$ , as variáveis independentes são temperatura, tempo e a massa inicial da amostra.
- Caracterizar a farinha da batata-doce após o processo de secagem quanto aos parâmetros físico-químicos (teor de água, cinzas, pH, acidez titulável, densidade aparente e real, açúcares redutores e rendimento);

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Taxonomia da batata-doce

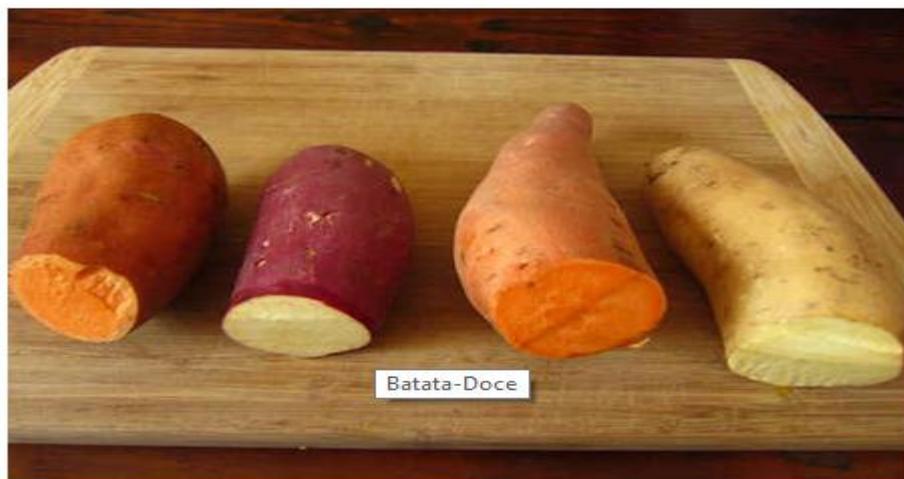
A batata-doce é uma planta dicotiledônea pertencente à família botânica Convolvulaceae, gênero *Ipomoea* e espécie *Ipomoea batatas* Lam (SCHULTZ,1968).

Prata (1983) considera a cor da pele das raízes da batata doce para sua classificação: *Ipomoea batatas leucorrhiza* (cor branca), *Ipomoea batatas porphyrorhiza* (cor vermelha) e *Ipomoea batatas xanthorrhiza* (cor amarela), assim como o mercado ao qual se destina a produção.

Deve-se dar preferência aos cultivares existentes na região, que apresentem boa adaptação às condições de clima e solo locais, e boa produtividade (MONTEIRO et al, 1995).

A Figura 1 exibe vários tipos de bata doce com cores diferentes.

Figura 1 – Tipos de batata-doce



Fonte: Portal São Francisco (2015)

Para seu desenvolvimento vegetativo adequado, a planta exige temperatura média superior a 24°C, alta luminosidade, fotoperíodo longo e suficiente umidade do solo. As temperaturas médias (20-24°C) combinadas com menor luminosidade, fotoperíodo curto e menor umidade do solo favorecem o desenvolvimento das raízes tuberosas (EMBRAPA, 2007).

## 2.2 Importância sócio econômica da batata-doce

A batata doce é a quarta hortaliça mais consumida no Brasil. É uma cultura tipicamente tropical e subtropical, rústica, de fácil manutenção, boa resistência contra a seca e ampla adaptação. Apresenta custo de produção relativamente baixo, com investimentos mínimos, e de retorno elevado. É também uma das hortaliças com maior capacidade de produzir energia por unidade de área e tempo (kcal/ha/dia). Alguns fatores, entre eles a ocorrência de doenças e pragas, tecnologia de produção inadequada e a falta de cultivares selecionadas são responsáveis pela baixa produtividade média brasileira, que está em torno de 8,7 t/ha. Entretanto, produtividade superior a 25 t/ha pode ser facilmente alcançada, desde que a cultura seja conduzida com tecnologia adequada. (EMBRAPA, 2007).

No Brasil, a batata-doce é cultivada em todas as regiões principalmente no Sul no estado do Rio Grande do Sul e no Nordeste na Paraíba, Sergipe, Pernambuco e Bahia. No Nordeste, a cultura assume maior importância social, por se constituir em uma fonte de alimento energético, contendo também importante teor de vitaminas e de proteína. Paradoxalmente, é nesta região com população mais carente e com melhor clima, que a produtividade é mais baixa. Na Tabela 2.1 encontra-se a produção por área e produtividade da batata doce em alguns estados e nas regiões brasileiras.

Tabela 1 - Área, produção e produtividade da batata-doce em alguns estados e nas regiões brasileiras (Fonte: IBGE,2010)

<b>Estados</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Produtividade (t/ha)</b>
Rio Grande do Sul	12.600	154.071	12,23
Paraíba	4.994	42.392	8,49
Sergipe	3.390	37.504	14,24
Pernambuco	2.633	24.898	9,46
Bahia	2.542	24.289	9,56
<b>Regiões</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Produtividade (t/ha)</b>
Sul	16.362	216.512	13,23
Nordeste	19.527	179.076	9,17
Sudeste	5.454	87.901	16,12
Norte	493	8.937	18,13
Centro-Oeste	163	2.756	16,91

Fonte IBGE: ( 2010).

Apesar do reconhecimento unânime do valor da cultura na estratégia de segurança alimentar, as produções obtidas pelos produtores são baixas, estando associadas a diversos fatores do sistema produtivo, entre os quais: solos de baixa fertilidade, manejo inadequado dos solos e principalmente, ausência ou deficiência de adubação no cultivo, motivada pelos altos custos desse insumo e a descapitalização progressiva dos agricultores. Por isso, o Brasil tem uma das mais baixas produtividades, 11,8 t.ha<sup>1</sup> em média. Esse fato é um reflexo da ausência de tecnologia, informações e conhecimentos adequados (IBGE, 2010).

### 2.3 Informações nutricionais da batata-doce

Além de constituir alimento humano de bom conteúdo nutricional, principalmente como fonte energética, a batata-doce tem grande importância na alimentação animal e na produção industrial de farinha, amido e álcool. É considerada uma cultura rústica, pois apresenta grande resistência a pragas, pouca resposta à aplicação de fertilizantes, e cresce em solos pobres e degradados. A batata-doce é rica em carboidratos, fornecendo a cada cem gramas, 116 calorias (PERES, 2014).

A batata doce é uma excelente fonte de vitamina A devido ao seu elevado teor de carotenóides. A deficiência da vitamina A no organismo pode ter como consequência doença macular da retina, cegueira noturna, xeroftalmia, que com o tempo pode levar à cegueira e também aumentar a suscetibilidade a infecções e a alterações na pele, tornando-a seca, áspera e escamosa. Além de conter vitaminas do Complexo B (B1 e B5) as quais evitam problemas de pele, ajudam na regularização do sistema nervoso e do aparelho digestivo e também os minerais, como cálcio, fósforo e ferro (HORTIBRASIL, 2014). Segundo Miranda (1999), a batata-doce ainda ajuda a regular a pressão sanguínea, como também é eficiente na prevenção de certos tipos de tumores.

Segundo dados da TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2006), cem gramas de batata-doce crua comestível possui o equivalente a 28,2 gramas de carboidratos em sua composição. Entretanto a batata inglesa que é uma hortaliça muito consumida e presente no cardápio brasileiro possui apenas 14,7 gramas de carboidratos em sua composição. Dentre os vários carboidratos encontrados na composição da batata-doce temos como destaque o amido. Este apresenta excelentes propriedades adesivas, podendo também ser utilizado como substrato para a produção de álcool e de

outros produtos industriais fermentados (AMANTE, 1986). O amido da batata-doce pode apresentar valores entre 15,7 a 21,6% de amilose (Noda et al, 1997), ou 18% de amilose (GALLANT et al.,1982).

Carvalho e Oliveira (1982) realizaram um trabalho de caracterização física e química de 53 cultivares de batata-doce objetivando sua indicação para uso alimentar e para aproveitamento industrial. Segundo os autores, a batata-doce é uma boa fonte de carboidratos, minerais e vitamina A. O teor de proteína na raiz é baixo em média entre 1,5 a 2,5%, porém sua proteína apresenta um bom equilíbrio em aminoácidos, com limitações em cistina e cisteína. Seus componentes químicos variam em teores dependendo de fatores genéticos, condições edáficas e tratos culturais.

A Tabela 2.2 exibe a composição físico-química e nutricional da batata doce *in natura*.

Tabela 2 – Composição físico-química e nutricional da batata-doce *in natura*

Componentes	Composição da batata-doce por 100g de parte comestível (crua)	Composição da batata-doce por 100g de parte comestível (cozida)
Teor de água (%)	69,5	80,4
Niacina (complexo B)	Traços	2,57
Vitamina A	252	300
Vitamina C	16,5	23,8
Energia (Kcal)	118	77
Proteína (g)	1,3	0,6
Carboidrato (g)	28,2	18,4
Fibra dietética (g)	2,6	2,2
Cinzas (%)	0,9	0,4
Cálcio (mg)	21	17
Magnésio (mg)	17	11
Fósforo (mg)	36	15

Fonte TACO: ( 2011).

## 2.4 Estudo da Arte

As farinhas são produtos obtidos por moagem ou pulverização de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas (BRASIL, 1978).

A farinha de batata-doce pode ser utilizada na indústria de panificação, podendo ser usada para a produção de biscoitos, bolos, como também, em rações para animais, suplementos, entre várias outras formas devido a seu elevado valor energético.

Lima (2001) estudou a cinética de secagem da batata-doce parboilizada caracterizando diversas características organolépticas e físico-químicas. Dentre os resultados obtidos concluiu que, a secagem da batata-doce em formas de tiras, na temperatura de 62°C, durante seis horas, reduziu a umidade a níveis muito baixos, próximos a 0,5 Kg H<sub>2</sub>O / Kg de sólido em seus produtos, sendo assim uma temperatura proposta como adequada para a secagem da mesma.

Santos (2009) produziu a farinha da batata doce (*Solanum tuberosum* L.) na temperatura de 60°C com o objetivo de utilizá-la na produção de sopas desidratadas e concluiu que o tempo de secagem contribuiu para poucas alterações na composição físico-química da farinha além da sua incorporação nas sopas desidratadas aumentando consideravelmente os teores de proteínas, fibra bruta, cinzas e conteúdo de carboidratos estudados em dois tipos de batata-doce, Ágata e Markies.

Estudos realizados por NUNES, J. K. (2010) avaliou a substituição parcial do milho pela farinha de batata-doce, com ou sem suplementação enzimática, nas dietas de frangos de corte de 1 a 47 dias de idade. Este autor revelou a importância da farinha da batata-doce na alimentação animal, sendo ela produzida a partir de resíduos provenientes das plantações, onde os mesmos não estavam próprios para o consumo humano e mencionou que para o agricultor familiar o uso dos resíduos é mais conveniente que a aquisição de milho, ou mesmo do plantio. Estes resíduos passaram por um processo de trituração, secagem ao sol, moagem e embalagem, conseguindo assim uma durabilidade de até dois anos para a farinha produzida.

## 2.5 Secagem

Segundo KEEY (1972), a secagem durante muitos séculos foi realizada com métodos totalmente sem técnica. Durante a Revolução Industrial na França foi descrita uma das primeiras técnicas de secagem de papel em folhas em uma sala com circulação de ar. Um século depois, outra técnica foi descrita em Londres na “Grande Exibição”, também para a secagem de papel em cilindros aquecidos. Leite e vegetais também eram secos através de um pequeno aquecimento. Fornos simples eram usados para a secagem de amido e porções de sal.

A partir deste fato ocorreu o surgimento de uma série de novos métodos de secagem, devido à crescente necessidade de métodos mais eficientes e rápidos. Apesar desta evolução na arte da secagem, métodos complexos de secagem começaram a ser propostos só no fim do século 19, como por exemplo, patentes de secador a radiação térmica e secador a vácuo. Estas inovações foram gradualmente sendo proliferadas e incorporadas pela indústria (PARK et al., 2007).

A desidratação ou secagem estabelece uma das técnicas de conservação mais utilizada, responsável por reduzir a quantidade de água livre presente no alimento, mais precisamente sua atividade de água ( $A_w$ ). Essa redução impede o desenvolvimento microbiano e inibe a maioria das reações químicas e enzimáticas que provocam alterações no alimento (Bezerra, 2009).

Um alimento desidratado, total ou parcialmente, pode ser conservado por períodos mais longos que um similar *in natura*, uma vez que os micro-organismos que causam a deterioração do produto biológico, não podem crescer e nem multiplicar-se em ambientes com baixa umidade. Por outro lado, o baixo nível de umidade, dificulta a ação das enzimas, que necessitam desse meio para agirem na estrutura do alimento (ROMEU, 2004).

Segundo Romeu (2004), com a retirada de água no processo de secagem é reduzido o volume e o peso do produto diminuindo, portanto gastos com transporte e armazenamento. Ocorre também uma concentração de nutrientes tais como: proteínas, lipídios, carboidratos, os quais se encontram em maior quantidade por unidade de peso nos produtos secos, do que nos produtos *in natura*.

As hortaliças desidratadas não necessitam de refrigeração durante o transporte ou armazenamento. A desidratação permite a preservação devido à redução da atividade

de água, o que mudará a velocidade das reações químicas e escurecimento não-enzimático, bem como no crescimento de micro-organismos (ITAL, 1999).

As características mais importantes das batatas que devem ser consideradas para a desidratação são: conteúdo de matéria-prima seca, textura, cor, baixo conteúdo de açúcar, especialmente redutores, maturidade adequada, ausência de defeitos e baixas perda no descascamento (AGUIRRE, 2002).

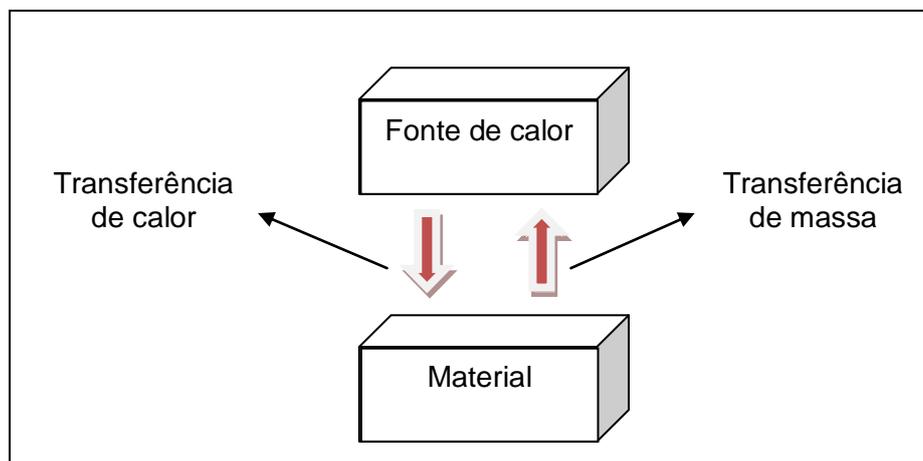
A superfície do material tende a secar mais rapidamente que seu interior, provocando, caso a velocidade de secagem seja muito rápida, empenamentos ou mesmo rachaduras. Em outros casos, a secagem da superfície pode dificultar a secagem interna do material devido à formação de uma camada impermeável, restando uma umidade residual que pode deteriorar o produto. (LIMA, 2001)

A transferência de calor em um processo de secagem pode envolver três mecanismos: convecção, condução e radiação. A transferência por convecção é o meio mais utilizado na secagem comercial, em que o fluxo de ar aquecido penetra na camada do produto. O ar terá sempre dupla função, levar calor ao alimento, provocando evaporação da água, e sendo também o veículo de transporte do vapor úmido liberado pelo alimento (MELONI, 2009).

Os métodos de desidratação mais utilizados são os que têm como base a exposição do alimento a uma corrente de ar aquecido, sendo que a transferência de calor do ar para o alimento ocorre em sua grande maioria por convecção (MELONI, 2009).

A Figura 2 mostra o esquema de transferência de calor e massa quando um sólido é exposto a uma fonte de calor.

Figura 2- Esquema de transferência de calor e massa.



Fonte: ALVES, (2010).

Segundo Park et al. 2007, no processo de secagem há ocorrência simultânea de dois processos quando um sólido é submetido a uma secagem:

- **Transferência de energia** – ocorre do ambiente para evaporar a umidade superficial do produto, sendo esta transferência de energia dependente de alguns fatores, tais como: condições externas de temperaturas, umidade do ar, fluxo e direção do ar, área de exposição do sólido (forma física) e pressão.
- **Transferência de massa** – ocorre da parte interna do material para a superfície, sendo esta acompanhada pela evaporação como consequência do primeiro processo. O fluxo interno da umidade do produto é realizado em função da natureza física do sólido, da temperatura e conteúdo de umidade do produto.

### 2.5.1 Teor de Água

Umidade, ou teor de água, de um alimento constitui-se em um dos mais importantes e mais avaliados índices em alimentos. É de grande importância econômica por refletir o teor de sólidos de um produto e sua perecibilidade. O teor de água fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na deterioração microbiológica e na qualidade geral dos alimentos.

O teor de água do produto em qualquer fase do processo seja na compra de matéria prima, durante o processamento, armazenamento e na comercialização, é um parâmetro fundamental para decisões sobre qual tipo de secagem adequará melhor às condições do produto (LUIZ, 2012).

Segundo Park e Antônio (2006) a água nos alimentos encontra-se sob duas formas:

- ⊖ **Livre:** é a água que está distribuída sob a superfície do alimento, sendo a mais abundante e de fácil remoção sob temperaturas e condições adequadas.

⊖ **Ligada:** relacionada diretamente com a composição dos alimentos, ligada à matéria sólida do produto, é a água da composição dos alimentos. Dependendo da natureza da amostra, requer temperaturas adequadas e diferentes para sua remoção.

Segundo Brod (2003) o conteúdo de umidade de um produto é a proporção direta entre a massa de água e a massa de matéria seca. O teor de umidade caracteriza o perfil da mesma em um produto, podendo ser expressa conforme Equações 1 e 2:

$$X_{bs} = \frac{P_a}{P_s} \quad (1)$$

$$X_{bu} = \frac{P_a}{P_a + P_s} \quad (2)$$

Onde:

$P_a$  = peso da água (g)

$P_s$  = peso da amostra após secagem (g)

$X_{bs}$ - umidade em base seca

$X_{bu}$ - umidade em base úmida

### 2.5.2 Cinética de secagem

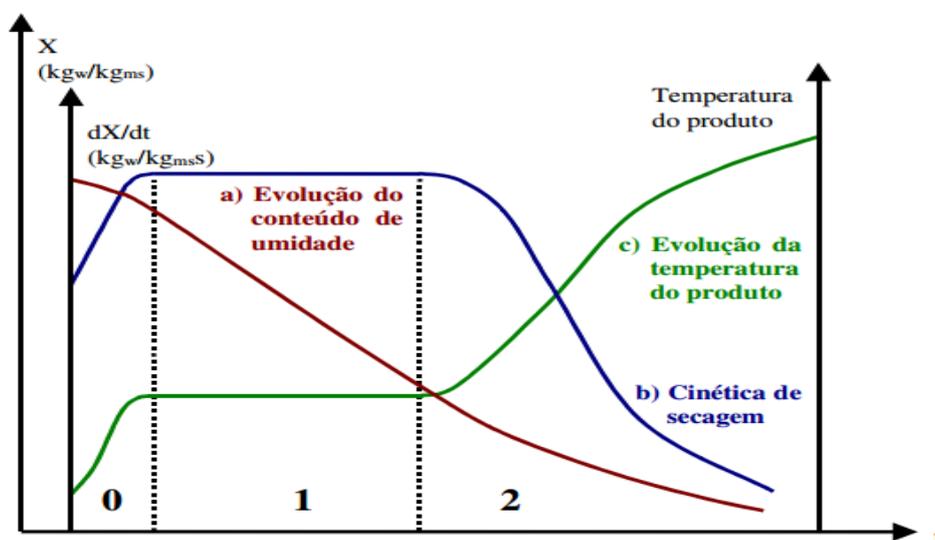
Quando se deseja desidratar um alimento (material higroscópico) em corrente de ar quente que flui paralelamente à superfície de dessecação, considerando que a temperatura e a umidade do ar de dessecação mantêm-se constantes durante todo o ciclo de desidratação e que todo calor necessário é proporcionado ao produto por convecção, as mudanças do conteúdo de água ajustam-se a curvas de secagem (ORDÓNEZ, 2006).

Segundo Braga (2007), enorme a dificuldade para prevermos a forma da curva de secagem, e esta dependerá da estrutura do produto e da taxa de secagem.

Na cinética de secagem, acompanhamos a evolução das transferências de calor e massa no desenrolar da operação, assim esquematicamente temos a divisão em três

períodos, onde são analisadas as curvas de evolução do teor de água do produto ( $X$ ), sua temperatura ( $T$ ) e sua taxa de secagem ( $dX/dT$ ), conhecida como cinética de secagem, ao longo do tempo, com propriedades do ar constantes para o experimento. A Figura 3 exibe uma curva de secagem.

Figura 3 – Curva de secagem



Fonte: Park et al. (2001).

Segundo Park et al. 2001, o estudo das curvas de secagem está dividida em três períodos:

- Evolução do conteúdo de água, exemplificada na curva a, relaciona a diminuição do teor de água, em relação ao aumento do tempo de secagem ( $t$ ).
- Cinética de secagem, exemplificada na curva b, representa a velocidade de secagem do produto em relação à evolução do tempo ( $t$ ), taxa de secagem ( $dX/dt$ ).
- Evolução da temperatura no produto, exemplificada pela curva c, representa a variação da temperatura ( $T$ ) do produto durante a secagem em relação à evolução do tempo ( $t$ ).

Segundo BRAGA (2007) o ciclo típico de uma secagem divide-se em três períodos distintos:

- Período de indução (período 0): exemplificado na Figura 2, corresponde a uma região responsável pela adaptação do produto, onde o mesmo se encontra com uma temperatura inferior a do ar, onde a pressão parcial de vapor de água na superfície do produto é fraca, resultando em uma taxa de transferência de massa baixa. Conforme o produto vai sendo aquecido pelo ar de secagem, vai também aumentando a pressão de vapor de água e a taxa de secagem. Esse processo continua, até que a transferência de calor compense a transferência de massa, quando o produto atinge a temperatura de bulbo úmido do ar de secagem (ROMEU, 2004).

Também chamada de período de estabilização, no qual as condições da superfície do sólido equilibram-se com as do ar de dessecação. Em geral, essa fase constitui a proporção desprezível do ciclo total de dessecação, embora, em alguns casos, possa ser significativa (ORDÓNEZ, 2006).

- Período de taxa de secagem constante (período 1): exemplificado na Figura 3, corresponde a uma região responsável pela elevação da temperatura do produto. A superfície do sólido mantém-se saturada de água líquida devido ao fato de que o movimento de água do interior do sólido para a superfície ocorre à mesma velocidade que a de evaporação na superfície.

Para materiais biológicos, é difícil a existência dessa fase, onde se observa uma taxa de evaporação da superfície ao ambiente superior à taxa de reposição de umidade do interior à superfície do material. Caracterizando assim que, as resistências de transferências de massa realizam-se essencialmente no interior do produto (LUIZ, 2012).

- Período de taxa decrescente (período 2): apresentado na Figura 3, corresponde frequentemente como único período analisado para secagem de produtos alimentícios.

Identificado quando, a velocidade de movimento da água do interior do alimento se reduz, e, portanto, a pressão parcial de vapor d'água nessa superfície diminui progressivamente, e ela começa a secar. Nesse período, o teor de umidade continua a cair, até que este atinja o teor de água de equilíbrio, quando a taxa de secagem é nula e a secagem cessa. O teor de água resistente

no produto está em equilíbrio com o vapor contido no meio de secagem, ou seja, quando a pressão de vapor sobre o líquido é igual à pressão parcial do vapor do ar. (BRAGA 2007).

### 2.5.3 Alterações provocadas durante a secagem

O comportamento dos alimentos durante a desidratação é muito variado. Assim, o conteúdo alto de água acelera a velocidade inicial de secagem, os alimentos com porcentagem elevada de amidos (com maior proporção de água ligada) apenas apresentam período de velocidade constante, enquanto que, aqueles ricos em substâncias que absorvem pouca água (sais e açúcares cristalizados, lipídeos), essa fase de secagem é muito importante quantitativamente (ORDONEZ, 2006).

Durante as operações de desidratação, os alimentos podem sofrer várias alterações, tanto no seu valor nutritivo, devido à destruição parcial de algumas vitaminas (A e C) por oxidação, como em suas propriedades organolépticas, que são as referentes à cor, aroma, sabor e textura. Algumas vezes essas alterações, se bem trabalhadas e acompanhadas, melhoram a qualidade dos produtos, mas quando a operação não é bem conduzida, essas modificações podem provocar mudanças indesejáveis a esses alimentos (SANTIAGO, 2008).

Com relação à cor o escurecimento não-enzimático é favorecido pela temperatura alcançada durante o processamento e pela concentração de solutos no alimento. Segundo Ordonez (2006), a velocidade de escurecimento é máxima para uma atividade de água em torno de 0,6, e por isso, convencionou-se manter o alimento nesses valores o menor tempo possível, realizando uma desidratação rápida.

A perda do valor biológico das proteínas, desnaturação, depende da temperatura e tempo utilizados na secagem.

## 2.6 Branqueamento

Um dos fatores intrínsecos que determinam a qualidade dos frutos e hortaliças é a manutenção da cor natural. Alterações na coloração durante a colheita, pós-colheita, processamento e armazenamento acarretam uma queda de qualidade, quando não controlados, tornando-se um grande desafio na elaboração desses produtos. O

escurecimento enzimático é um fenômeno amplamente difundido que induz severas mudanças de cor, sabor indesejável e perdas nutricionais (COSTA, 2010).

O escurecimento enzimático ocorre devido à presença da enzima polifenoloxidase (PPO), uma enzima que catalisa a oxidação de compostos fenólicos, produzindo pigmentos escuros em cortes ou superfícies danificadas de frutas e hortaliças. Ele não ocorre em células intactas, porque os compostos fenólicos que se encontram nos vacúolos celulares ficam separados dessa enzima que fica armazenada nos plastos. Quando o tecido é danificado pelo corte ou por injúrias, a enzima entra em contato com seu substrato e há formação de pigmentos escuros devido à exposição ao oxigênio (OLIVEIRA, 2008).

Para que ocorra a reação de escurecimento enzimático nos alimentos é necessário: enzima, substrato fenólico e oxigênio e não envolve carboidratos. Caso haja ausência ou bloqueio de um destes na reação esta não prosseguirá (SANTIAGO, 2008). O controle do escurecimento enzimático pode ser feito através de métodos físicos e/ou químicos. Métodos físicos incluem redução de temperatura ou inativação térmica da enzima, proteção do produto contra oxigênio, desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas e outros. Métodos químicos envolvem o uso de compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima. A inativação enzimática da PPO por aquecimento é possível aplicando temperaturas superiores a 50°C, porém isso pode produzir cores e sabores indesejáveis, como também mudanças na textura (OLIVEIRA, 2008).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de realização do trabalho**

O experimento foi realizado no laboratório do Núcleo de Pesquisas em Alimentos (NUPEA) e no laboratório da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual de Campina Grande- PB, Brasil.

#### **3.2 Matéria-prima**

A batata-doce foi obtida no comércio local em Campina Grande – PB. Foram lavadas com água corrente e selecionadas quanto à ausência de injúrias mecânicas e patológicas.

#### **3.3 Planejamento experimental**

O planejamento experimental fatorial  $2^3$  com três repetições no ponto central conforme Tabela 4, foi utilizado neste trabalho tendo como objetivo, avaliar a influência das variáveis de entrada (tempo, temperatura e massa) sobre as variáveis de resposta (teor de água, cinzas, pH, acidez titulável, densidade aparente e real, açúcares redutores e rendimento) no processo de secagem.

Tabela 4 – Matriz de planejamento fatorial  $2^3$  com três repetições no ponto central para o processo de secagem.

<b>Experimento</b>	<b>Amostra (g)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo (min)</b>
<b>1</b>	<b>-1(300)</b>	<b>-1(50)</b>	<b>-1(360)</b>
<b>2</b>	<b>+1(500)</b>	<b>-1(50)</b>	<b>-1(360)</b>
<b>3</b>	<b>-1(300)</b>	<b>+1(70)</b>	<b>-1(360)</b>
<b>4</b>	<b>+1(500)</b>	<b>+1(70)</b>	<b>-1(360)</b>
<b>5</b>	<b>-1(300)</b>	<b>-1(50)</b>	<b>+1(420)</b>
<b>6</b>	<b>+1(500)</b>	<b>-1(50)</b>	<b>+1(420)</b>
<b>7</b>	<b>-1(300)</b>	<b>+1(70)</b>	<b>+1(420)</b>
<b>8</b>	<b>+1(500)</b>	<b>+1(70)</b>	<b>+1(420)</b>
<b>9</b>	<b>0 (400)</b>	<b>0 (60)</b>	<b>0 (390)</b>
<b>10</b>	<b>0 (400)</b>	<b>0 (60)</b>	<b>0 (390)</b>
<b>11</b>	<b>0 (400)</b>	<b>0 (60)</b>	<b>0 (390)</b>

### 3.4 Etapas para obtenção da farinha da batata-doce

A matéria prima, batata doce, foi lavada, descascada, cortada em cubo, e submetida ao branqueamento térmico, o qual foi realizado na temperatura de ebulição da água por um tempo de dois minutos, com o objetivo de inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento da mesma. Após este, a batata-doce foi triturada em um liquidificador doméstico até a obtenção de uma massa densa e uniforme. Em seguida foi distribuída em bandejas e colocada em uma estufa com circulação de ar nas respectivas temperaturas 50, 60 e 70°C e tempos 6hs, 6hs e 30min e 7hs. Após a secagem em estufa, foram processados novamente, formando assim a farinha da batata-doce, sendo armazenada em recipiente de plástico hermeticamente fechado à temperatura ambiente. A Figura 4 exibe as etapas de elaboração da farinha da batata doce.

Figura 4 : Fluxograma da elaboração da farinha da batata-doce



#### 3.4.1 Cinética de secagem

As curvas da cinética de secagem foram obtidas a partir da perda de água da amostra em função do tempo. Inicialmente, até as duas primeiras horas a pesagem foi realizada em intervalos de 10 min e posteriormente a cada 30 min.

### 3.5 Caracterização físico-química da polpa da batata-doce e da farinha

A batata-doce e a farinha produzida foram caracterizadas através do teor de umidade, cinzas, acidez titulável, pH, açúcares redutores, densidade real e aparente e rendimento. As análises foram realizadas em triplicata e todos os reagentes empregados apresentaram pureza analítica (PA).

#### 3.5.1 *Teor de Água*

O teor de água foi determinado por gravimetria em estufa a 105° C até peso constante, de acordo com as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

#### 3.5.2 *Teor de Cinzas*

O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico em mufla a 550° C até peso constante, segundo as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

#### 3.5.3 *pH*

O pH foi determinado pelo método potenciométrico; o aparelho foi previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 e os resultados foram expressos em unidades de pH.

#### 3.5.4 *Acidez titulável total*

A acidez total titulável foi determinada através do método titulométrico conforme as Normas Analíticas Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), cujas amostras foram tituladas com solução padronizada de NaOH 0,1 N.

### 3.5.5 Massa específica aparente ( $\rho_a$ )

Para a determinação da massa específica aparente ( $\rho_a$ ) foram pesados 10 gramas da farinha da batata doce e colocada em proveta de 50 mL. Em seguida foi lido o volume. A farinha foi adicionada suavemente para evitar compactação. A massa específica aparente ( $\rho_a$ ) foi calculada pela Equação 3.

$$\rho_a = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Onde:

m: massa da farinha (g);

V: volume ocupado pela farinha na proveta (cm<sup>3</sup>).

### 3.5.6 Massa específica real ( $\rho_r$ )

A massa específica real ( $\rho_r$ ) foi determinada a partir da relação entre a massa e o volume da amostra, determinado pelo deslocamento de um fluido (óleo de cozinha) em uma proveta graduada. Utilizou-se óleo porque é um líquido viscoso, capaz de cobrir a superfície das partículas sem penetrar em seus poros. Inicialmente, o óleo foi colocado em uma proveta de 500 mL e seu volume foi lido ( $V_1$ ). A seguir, foi colocado nesta proveta contendo o óleo, 100 gramas da farinha. Pela ação da gravidade, as partículas da farinha foram depositadas no fundo da proveta, deslocando o óleo. Após total deposição, foi feita a leitura do novo volume indicado pelo nível do óleo ( $V_2$ ). A diferença ( $V_2 - V_1$ ) foi denominada de volume deslocado. A massa específica real ( $\rho_r$ ) foi calculada pela Equação 4.

$$\rho_r = \frac{m}{V_2 - V_1} \quad (4)$$

Onde:

$V_2 - V_1$ : volume deslocado (cm<sup>3</sup>);

m: massa da farinha (g).

### 3.5.7 Teor de açúcares redutores totais

O teor de açúcares redutores totais presentes foram determinados pelo método de Lane-Eynon (1950). Neste método o cobre do reativo de Fehling (solução alcalina de sulfato de cobre e tartarato duplo de sódio e potássio) é reduzido a óxido cuproso em ebulição. A solução de Fehling foi padronizada utilizando-se uma solução de glicose a 1%.

Para a padronização dos reagentes de Fehling A e B utilizados nas determinações, utilizou-se o padrão primário D-glicose. Após feita a titulação dos reagentes com o mesmo, calculou-se o fator de Fehling pela equação 5.

$$F = \frac{V \cdot P}{100} \quad (5)$$

Onde:

F = Fator de Fehling;

P = Massa da glicose utilizada na padronização;

V = Volume gasto na titulação.

Para as análises das farinhas, os reagentes padronizados anteriormente foram utilizados, sendo a amostra adicionada à mistura de reagentes de Fehling A e B, onde foi gotejado até o final da titulação.

O teor de açúcares redutores, AR (%), foi encontrado através da equação 6, que relaciona a massa utilizada da amostra, com o volume gasto na titulação.

$$AR = \frac{100 \cdot A \cdot F}{V \cdot P} \quad (6)$$

Onde:

AR = Açúcares Redutores;

A = Diluição da amostra;

F = Fator de Fehling;

V = Volume em mL gasto na titulação;

P = Massa da amostra.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização físico-química das batatas *in natura*

BATATA- DOCE IN NATURA	Teor de Água (%)	Cinzas (%)	pH	Temperatura (°C)	Acidez (%)	Densidade Aparente (g/ml)	Densidade Real (g/ml)	Rendimento (%)
<b>MEDIA</b>	<b>66,56</b>	<b>1,20</b>	<b>6,38</b>	<b>23,9</b>	<b>1,35</b>	<b>1,06</b>	<b>1,13</b>	<b>73</b>
<b>DESVIO PADRAO</b>	<b>3,43</b>	<b>0,16</b>	<b>0,05</b>	<b>3,79</b>	<b>0,22</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>1,25</b>

O teor água obtido da batata-doce *in natura* foi de 66,56, e o de cinzas foi de 1,20, aproximando-se dos dados da TACO (2011) os quais são: para a umidade 69,5% e para cinzas 0,90.

O valor médio obtido para o pH da polpa da batata-doce foi de 6,38 próximo aos encontrados por STERTZ et al. (2005) e SANTOS (2009), os quais foram de, 6,47 a 6,76, e 6,49 respectivamente. Leonel e Cereda (2002) obtiveram um valor para pH da batata doce *in natura* de 6,3, semelhante ao encontrado nesta pesquisa.

No entanto, o valor da acidez total titulável foi de 1,35 inferior ao encontrado por Leonel e Cereda que foi de 7,93, e próximo ao obtido por, Fontes (2010), que foi de 2,90. Segundo SMITH et al. (1977) citado por PINELI et al. (2005) a acidez total titulável em batatas pode variar de 0,85% a 1,15%.

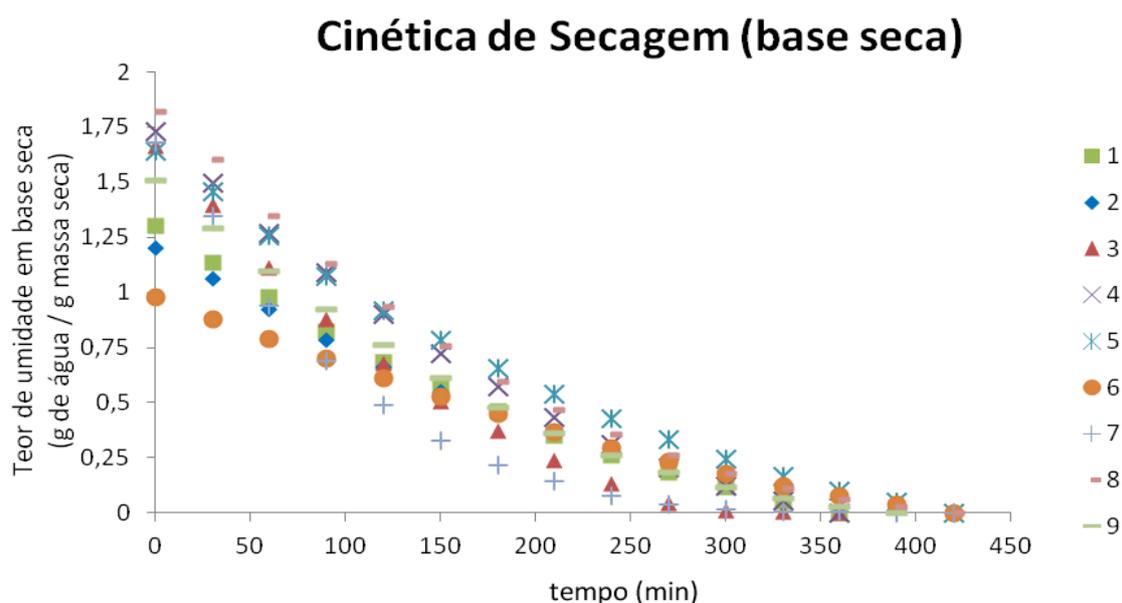
LIMA (2001) obteve resultados para densidade aparente de 1,03 g/cm<sup>3</sup> e para densidade real da batata doce de 1,07 g/cm<sup>3</sup>. Considerando todas as polpas analisadas foi obtido um valor médio para a densidade aparente de 1,06 g/cm<sup>3</sup> e para a densidade real de 1,13 g/cm<sup>3</sup>.

De acordo com Monteiro (1984) é necessário uma separação manual para a remoção da casca residual, áreas coloridas, pontos pretos, machucaduras e defeitos devido a ataques de insetos, além de outros aspectos indesejáveis ou inadequados. Podendo estas perdas chegarem a 1/3 da matéria-prima utilizada para o processamento. Em relação ao rendimento na produção da polpa da batata-doce encontrou-se um rendimento médio de 73%, sendo consideradas as perdas durante o descascamento e separação aceitáveis.

## 4.2 Cinéticas de secagem

Na Figura 7 observa-se que em temperaturas mais elevadas, maior tempo de secagem e menor quantidade de massa a ser processada a secagem ocorrem mais rapidamente. Verifica-se ainda nesta figura que os dados experimentais apresentam uma boa reprodutibilidade.

Figura 5 - Curvas de secagem



## 4.3 Caracterizações físico-químicas das farinhas da batata-doce

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos das análises físico-químicas da farinha da batata-doce conforme planejamento fatorial exposto na Tabela 4.

Tabela 5 - Análises físico-químicas das farinhas obtidas.

EXP	UMIDADE(%)	TEOR DE CINZAS (%)	pH	ACIDEZ (%)	AÇUCARES REDUTORES (%)
1	18,37 ± 0,15	2,44 ± 0,08	5,61 ± 0,02	4,70 ± 0,14	5,24 ± 0,54
2	20,45 ± 0,14	2,98 ± 0,06	5,57 ± 0,02	4,80 ± 0,18	5,31 ± 0,61
3	4,55 ± 0,16	2,99 ± 0,04	6,06 ± 0,05	4,36 ± 0,12	5,97 ± 0,72
4	6,45 ± 0,24	3,28 ± 0,03	6,06 ± 0,00	4,37 ± 0,13	6,01 ± 0,41
5	13,42 ± 0,07	2,37 ± 0,08	5,90 ± 0,01	4,55 ± 0,01	5,54 ± 0,58
6	14,15 ± 0,20	2,85 ± 0,08	6,02 ± 0,00	4,29 ± 0,20	5,49 ± 0,31

7	3,66 ± 0,16	2,93 ± 0,01	6,12 ± 0,01	4,38 ± 0,13	6,50 ± 0,66
8	4,86 ± 0,15	3,44 ± 0,03	6,20 ± 0,00	4,42 ± 0,13	6,57 ± 0,59
9	6,33 ± 0,15	3,15 ± 0,07	6,23 ± 0,02	4,49 ± 0,28	6,35 ± 0,49
10	6,25 ± 0,12	3,12 ± 0,05	6,18 ± 0,05	4,41 ± 0,14	6,29 ± 0,62
11	6,01 ± 0,18	3,09 ± 0,05	6,20 ± 0,07	4,39 ± 0,17	6,23 ± 0,43

Alguns teores de umidade encontrados não estão nos padrões estabelecidos pela legislação em vigor (Brasil, 1978) para farinhas vegetais, onde se convencionou que as mesmas deveriam ter umidade inferior aos 15%.

Em um tempo decorrido de dez dias após a secagem, as farinhas com teor de umidade acima de 13%, apresentaram visualmente formação de bolores, conseqüentemente afetando as características sensoriais, nutricionais e microbiológicas, tornando-a imprópria ao consumo.

A Figura 6 encontra-se as farinhas da batata doce após dez dias de armazenamento com teor de água acima de 13%.

Figura 6- Farinha da batata doce com teor de água acima de 13%.



A Figura 7 mostra a farinha da batata doce com o teor de água abaixo de 7%. Não foi possível detectar visualmente a formação de bolores.

Figura 7- Farinha com teor de água inferior a 7%.



Um alto teor de cinzas fornecerá um maior teor de sais minerais. A porcentagem de cinzas é usada como índice de pureza da farinha (OLIVEIRA et al, 2006). Os teores obtidos em média nos experimentos realizados para as farinhas estão na Tabela 5, cuja variação foi de 2,37 a 3,44%.

Santos (2009) obteve valores para a farinha da batata inglesa, em dois tipos estudados. A farinha produzida com a cv. Ágata apresentou um teor médio de cinzas de 2,54%, inferior ao observado para a farinha elaborada com cv. Markies que foi de 2,77%.

LIMA (2001) obteve valores para cinzas na farinha da batata-doce, onde a mesma teve média de 2,00%. Para VIEIRA e SILVA (2010) o teor médio da cinza para a farinha da cultivar Brazlândia rosa apresentou índices com média de 4,16%.

Considerando os resultados obtidos para o pH da farinha da batata-doce, encontramos variações entre 5,57 a 6,02 nas farinhas com umidade final maior que 13%, confirmando um maior teor de água disponível nas mesmas; já as farinhas produzidas que obtiveram umidade final menor que 7%, apresentaram pH entre 6,06 a 6,23.

Segundo DIAS & LEONEL (2006) através do teor de acidez nas farinhas é possível obter informações sobre o processo de fermentação pelo qual o produto passou. Quanto maior a acidez maior a intensidade da fermentação ou tempo de processamento. SANTOS (2009) obteve resultados de acidez para farinhas da batata inglesa em diferentes temperaturas e concluiu que, na temperatura de 60°C, encontrou um maior

valor médio de acidez titulável (AT), 6,36% não diferindo entre as cultivares já na temperatura de 50°C o maior valor de AT foi de 5,94%.

SANTOS (2012) obteve valor médio de acidez titulável de 10,85% para a farinha da batata-doce produzida. Considerando os resultados obtidos para a acidez das farinhas obtidas, os mesmos encontram-se inferiores aos citados acima, valores estes que se encontram entre 4,29% a 4,80%. Estes valores indicam que as farinhas produzidas nesta pesquisa estão armazenadas adequadamente e sem qualquer indício de processo fermentativo.

A densidade geralmente não se constitui em uma propriedade importante no estudo das farinhas. No entanto, seu conhecimento é muito importante no acondicionamento dos produtos acabados e em formulações com outros ingredientes. LIMA (2001) obteve para a farinha da batata-doce produzida, uma densidade aparente com valor médio de 0,61, e densidade real de 1,47. Considerando todas as farinhas analisadas, obteve-se valor médio para a densidade aparente de 0,56, e para a densidade real de 1,27.

Segundo LIMA (2001) apesar de valiosos, os teores de açúcares redutores e totais não expressam a verdadeira qualidade dos açúcares em termos individuais, nem tampouco esclarece sobre a presença de maltodextrinas. PICHA (1985) afirma que a literatura sobre os componentes dos carboidratos é baseada principalmente em medidas de açúcares totais e redutores, com limitada informação sobre os açúcares individuais. Os teores de açúcares redutores totais encontrados nas farinhas produzidas variaram entre 5,24% a 6,57%, próximos aos encontrados por LIMA (2001), que variaram entre 4,86% e 5,10%, como também aos encontrados por LOPES (2013), que variaram entre 5,81% a 7,58%.

#### 4.4 Rendimentos das farinhas

Analisando o rendimento final na produção das farinhas, com a umidade aceitável, abaixo de 13% para não haver desenvolvimento de bolores, obteve-se variações de 33,51% a 39,89%, sendo o menor rendimento no experimento 7 e o maior no décimo. As repetições nas condições nos experimentos 9,10 e 11 tiveram variações mínimas em todas as análises. Os melhores rendimentos foram obtidos durante essas condições: massa inicial de 400 gramas, temperatura de secagem de 60°C e tempo do procedimento de 390 minutos.

Na Tabela 6, encontram-se os respectivos rendimentos para as diversas condições utilizadas nos experimentos. Os experimentos que ocorreram degradação, apresentando um teor de água bem maior, pois teriam um rendimento final maior, mais não atenderiam o shelf life desejado para as farinhas. Para que essas temperaturas se adequassem as condições finais esperadas necessitariam de um maior tempo de secagem, o que ocasionaria uma redução no rendimento final das farinhas produzidas.

Tabela 6 – Rendimento final das farinhas produzidas.

<b>EXP</b>	<b>RENDIMENTO (%)</b>
<b>1</b>	<b>43,50</b>
<b>2</b>	<b>54,40</b>
<b>3</b>	<b>37,33</b>
<b>4</b>	<b>36,66</b>
<b>5</b>	<b>40,08</b>
<b>6</b>	<b>50,58</b>
<b>7</b>	<b>35,46</b>
<b>8</b>	<b>33,51</b>
<b>9</b>	<b>39,88</b>
<b>10</b>	<b>39,67</b>
<b>11</b>	<b>39,52</b>

As cultivares com alto teor de matéria seca, maior que 20%, segundo a classificação descrita por CACACE et al (1994) são preferidas para a indústria de processamento por proporcionar um maior rendimento ao produto final, comprovado pelos resultados acima. Estudou também ele a produção da farinha da batata-doce tendo seu produto, rendimento final de matéria seca de 33,44% em média. Resultado este muito próximo a média obtida neste trabalho que foi de 37,43%, levando esta em consideração as farinhas com teor de água aceitável para o experimento.

## 5 CONCLUSÃO

As melhores condições de secagem foram quando se utilizou a temperatura de 60° C, massa inicial de 400 gramas e tempo de 390 minutos.

As farinhas com teor de água acima de 13% ocorreram produção de fungos após dez dias de armazenamento, enquanto que, este fato não foi observado para as farinhas com teor de umidade abaixo de 13% durante 180 dias de armazenamento.

A caracterização físico-química da farinha da batata-doce aponta esta como um importante ingrediente na elaboração de produtos de panificação, como forma de melhor aproveitar esse tubérculo. Agregando assim, maiores valores econômicos aos mesmo.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, HOFISKY V. Cinética de secagem de abacaxi cv pérola em fatias. 2008. Unidade Acadêmica de Engenharia Química, UFCG. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev112/Art1123.pdf>.

ALVEZ, SUERDA BEZERRA. Estudo teórico e experimental de secagem do abacate. Tese (Mestrado). 2010. Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: [http://btd.d.biblioteca.ufpb.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1379](http://btd.d.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1379).

BERALDO, PAULO PALMA. Especial: O que você precisa saber para plantar batata-doce?. 2014 – Disponível em: <http://www.deolhonocampo.com.br/2014/05/batata-doce-beneficios-cultivo-sau-de-plantar-mudas.html#sthash.Xml8xM7u.dpuf>.

DOS SANTOS, JOICE CORREIA. Estudo da cinética de secagem de batata-doce (ipomoea batatas). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n.4, p.323-328, 2012. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev144/Art1443.pdf>.

EVANGELISTA, REGINA MARTA. Análises laboratoriais de frutos e hortaliças. UNESP, 2010. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeI1MAA/analises-fisico-quimicas-frutas-hortalicas>.

FIGUEIREDO, R., 2004, “Princípios de Secagem de Produtos Biológicos”, João Pessoa: Editora Universitária/UFPB.

IBGE, 2010. Culturas temporárias e permanentes – Volume 37. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010\\_Publicacao\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição, São Paulo, 2004.

ITAL, 1999. “Desidratação de frutas e hortaliças– Manual Técnico”. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas.

LUIZ, MÁRCIA RAMOS. Estudo teórico e experimental de secagem de tomate. Tese (Doutorado). 2012. Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: [http://btd.d.biblioteca.ufpb.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2076](http://btd.d.biblioteca.ufpb.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2076).

MARQUES, GUTTO MONZELLE RIOS. Secagem de caldo de cana em leito de espuma e avaliação sensorial do produto. Tese (Mestrado). 2009. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Disponível em: <http://www.uesb.br/ppgengalimentos>.

SANTIAGO, M.S., 2008, “Apostila do Curso de Tecnologia de Alimentos”, Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba.

SILVA, B. BI; MENDES, F. B. G.; KAGEYAMA, P. Y. Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico. 2010.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO 4ª edição revisada e ampliada. 2011. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada).

VIEIRA E SILVA , RAVI GOMES. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação. Tese (Mestrado). 2010. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Disponível em: <http://www.uesb.br/ppgengalimentos>.