

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS E
BIOTECNOLOGIA

MÔNICA ANDRADE DE MATTOS

**BIOPROSPECÇÃO DO MAXIXE (*Cucumis anguria* L.): ELABORAÇÃO DA
FARINHA E APRESENTAÇÃO DE PRODUTO**

CUITÉ-PB

2016

MÔNICA ANDRADE DE MATTOS

**BIOPROSPECÇÃO DO MAXIXE (*Cucumis anguria* L.): ELABORAÇÃO DA
FARINHA E APRESENTAÇÃO DE PRODUTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, como cumprimento a exigência do Programa para obtenção do título de mestre.

Orientadoras: Prof^a. Dr^a Ana Regina Nascimento Campos

Prof^a Dr^a Maria Elieidy Gomes de Oliveira

CUITÉ-PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

M444b Mattos, Mônica Andrade de.

Bioprospecção do maxixe (*Cucumis anguria* L.):
elaboração da farinha e apresentação de produto. / Mônica
Andrade de Mattos. – Cuité: CES, 2016.

168 fl.

Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e
Biotecnologia) – Centro de Educação e Saúde / UFCG,
2016.

Orientadora: Ana Regina Nascimento Campos.
Coorientadora: Maria Elieidy Gomes de Oliveira.

1. Hortaliça. 2. Maxixe. 3. Farinha - maxixe. 4. Bolo –
maxixe. I. Título.

MÔNICA ANDRADE DE MATTOS

**BIOPROSPECÇÃO DO MAXIXE (*Cucumis anguria* L.): ELABORAÇÃO DA
FARINHA E APRESENTAÇÃO DE PRODUTO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia,
para obtenção do grau de Mestre

DATA DE APROVAÇÃO: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª Ana Regina Nascimento Campos (Orientadora)
(UABQ/UFCG/CES/UITÉ)

Prof^ª Dr^ª Maria Elieidy Gomes de Oliveira (Orientadora)
(UAS/UFCG/CES/UITÉ)

Prof^ª Dr^ª Nilcimelly Rodrigues Donato (Examinadora)
(UAS/UFCG/CES/UITÉ)

Prof^ª Dr^ª Maria Franco Trindade Medeiros (Examinadora)
(UABQ/UFCG/CES/UITÉ)

UITÉ-PB

2016

DEDICATÓRIA

A minha única filha Raysa, minha maior motivação existencial.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha maior fonte de alento nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

A minha família, especialmente a minha mãe e filha.

Ao meu companheiro Walter, pelo apoio, pela dedicação, que sentiu muito minhas ausências.

A Prof^a Dr^a Ana Regina Campos, orientadora e coordenadora do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos, um espaço de grande aprendizado, onde conheci e aprendi os métodos de análise de alimentos.

A Prof^a Dr^a Elieidy Oliveira pelo aceite e pelas contribuições feitas ao trabalho.

Aos mestres do curso pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus colegas de trabalhos, os técnicos Giva, Júlio e Clara, cujo apoio viabilizou o meu afastamento para finalizar a dissertação. E *especialmente a Giva* que dispensou muito de seu tempo em me auxiliar e muito contribuiu para execução deste trabalho.

A instituição UFCG, pela implantação e interiorização de uma pós graduação numa área bastante relevante, oportunizando aos alunos (as) a darem continuidade a sua formação sem se deslocar para grandes centros.

Aos Professores Renato e Paulo Sérgio que disponibilizaram o Laboratório de Eletroquímica de Corrosão (LEC) para realização de algumas análises.

Aos colegas de curso, pelo companheirismo, pela responsabilidade e dedicação que demonstraram sempre que tínhamos que trabalharmos juntos. Também pelos momentos de descontração, foram poucos mais válidos.

Ao colega de curso Anderson que sempre esteve prestes a ajudar no laboratório, seja com as análises, com os cálculos, com os programas, *foi de grande valia*.

Aos alunos da graduação que me auxiliaram nas das análises; Luciana da Biologia; Daniel, Danilo e Priscila da Química; Alana, Jéssica, Ana Cristina, Fernanda e Lorena da Nutrição. Da pós, Jaciara e Ana Paula.

As Coordenadoras dos Laboratórios da Nutrição (LABROM, LTA, LASA, LATED e LABMA), representadas pela Prof^a Carol Gondim, que generosamente abriram as portas dos laboratórios, para que eu pudesse realizar minhas análises e preparações.

A Prof^a Dr^a Maria Lúcia do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFPB, no *Campus* de João Pessoa, pela atenção, pela presteza e que gentilmente analisou minhas amostras.

A Prof^a Dr^a Rossana Coordenadora do LAPPA, no Campus de Campina Grande, que disponibilizou suas instalações para que fizéssemos os ensaios de cor e isotermas.

A Dona Elci Marinho, que por meio de Wilma Souza, me emprestou sua louça de porcelana para compor as fotos com o material da pesquisa, agradeço a ambas.

Ao pessoal do Cheiro Verde, na pessoa do Guima e Jéssica, fornecedores e parceiros nessa empreitada e pelo acesso aos canteiros de maxixe para realização de algumas fotos.

“Independente de quantas conexões levamos em conta na nossa descrição científica de um fenômeno, seremos sempre forçados a deixar outras de fora. Portanto, os cientistas nunca podem lidar com a verdade, no sentido de uma correspondência precisa entre a descrição e o fenômeno descrito. Na ciência, sempre lidamos com descrições limitadas e aproximadas da realidade. Isso pode parecer frustrante, mas, para pensadores sistêmicos, o fato de que podemos obter um conhecimento aproximado a respeito de uma teia infinita de padrões interconexos é uma fonte de confiança e de força”.

FRITJOF CAPRA

(A Teia da Vida)

RESUMO

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma hortaliça da família das Cucurbitáceas, originária do continente africano, que chegou ao Brasil por meio dos escravos e se adaptou muito bem as condições edafoclimáticas do país, sendo bastante popular na região nordeste, seguida do norte e sudeste. Os frutos *in natura* possuem elevada perecibilidade, cujas formas de consumo são cru ou cozido, com potencial para uso na forma de picles. Estudos que enfatizem suas propriedades medicinais, constituintes bioativos ou novas formas de processamento pelo setor agroindustrial são escassos para essa espécie, restringindo-se a trabalhos de cunho agrônomo ou botânico. No intuito de valorizar a cultura do maxixe na região do Curimataú Paraibano, aliando-se a biotecnologia de produtos alimentícios e alinhado aos avanços técnico-científicos e industriais, o objetivo deste trabalho foi obter uma farinha originada dos frutos do maxixe, e a partir dela elaborar um produto, a fim de verificar sua viabilidade na alimentação, especialmente na produção de produtos de panificação. Para tanto, foram realizadas: análises físicas, químicas e físico-químicas e teste de toxicidade para os frutos *in natura* e a para farinha; análise microbiológica da farinha; obtenção de curvas de cinética de secagem nas temperaturas 40, 50 e 60 °C ajustadas aos modelos matemáticos de Page, Thompson, Dois Termos, Aproximação da Difusão, Lewis e de Henderson e Pabis; a farinha foi obtida por secagem convectiva, em estufa de circulação de ar a 60 °C; elaboração de bolos contendo diferentes concentrações de farinha de maxixe na sua formulação (F1 com 0 %, F2 com 25% e F3 com 50%); análises químicas, físico-química, microbiológicas e sensoriais dos bolos. O modelo matemático com o melhor ajuste para cinética de secagem foi o de Aproximação da Difusão. A farinha de maxixe apresentou: cor verde amarelada ($L^*=63,90$; $a^*=-2,24$; $b^*=31,36$); teor de água (11,71%) de acordo com a legislação, significativos teores de fibras (14,77%), energia (330,77 kcal/100g) e cinzas (10,34%), que remetem a um elevado teor de minerais; teste de toxicidade negativo e microbiológicos em conformidade com a legislação; baixa atividade de água $a_w=0,358$; e isoterma de adsorção com melhor ajuste ao modelo matemático de Peleg. Os bolos com farinha de maxixe também apresentaram significativos teores de fibras e cinzas, com valor calórico mais baixo que o bolo controle. O bolo F1 apresentou melhor escore no teste sensorial. O bolo F2 foi apontado como opção de compra caso seja comercializado. A farinha de maxixe apresentou-se como alternativa alimentar viável em substituição a farinha de trigo, com resultados satisfatórios quanto aos aspectos nutritivos, microbiológicos, tecnológicos e sensoriais.

Palavras-chave: Hortaliça, Maxixe, Farinha - maxixe, Bolo - maxixe.

ABSTRACT

The gherkin (*Cucumis anguria* L.) is a vegetable from the family of the Cucurbit, originary from the african continent which arrived in Brazil through the slaves and has adapted very easily to the edaphoclimatic conditions from the country, being very popular in the northeast region, followed by the north and southeast regions. The fruits *in natura* have high levels of perishability whose forms of consume are raw or cooked with potential to be used as pickles. Studies that emphasize its medical properties, bioactive constituents or new forms of processing by the agroindustrial sector are scarce for the specie, restricting it to works of agronomic or botanic nature. With the purpose of valorize the cultivation of the gherkin in the region of the Paraibano Curimataú, in addition to the biotechnology of the food products and lined up to technical scientific and industrial advancement that the point of this work was to obtain a flour originated from the fruits of gherkin and from that to elaborate a product to verify its viability on feeding, specially on the bakery production. Therefore, were carried out: physical, chemical and physical chemical analysis and toxicity test for the fruits *in natura* and for the flour; microbiological analysis of flour, obtaining of curves of kinetics drying in temperatures 40, 50 to 60 ° C adjusted to different mathematical models de Page, Thompson, Dois Termos, Aproximação da Difusão, Lewis e de Henderson e Pabis; flour was obtained by convective drying, in a greenhouse of air circulation at 60 ° C; preparation of cakes containing different concentrations of gherkin flour in its formulation (F1 with 0%, F2 with 25% and F3 with 50%); chemical analysis, physical chemistry, microbiological and sensory analysis of the cakes. The mathematical model with the best fit for kinetic drying was the approach of diffusion. The gherkin flour has presented: greened yellow color ($L^* = 63,90$; $a^* = - 2,24$; $b^* = 31,36$); water content (11,71%) in accordance to the legislation, significant levels of fibers (14,77%), energy (330,77 kcal / 100g) and ash (10,34%), which refers to a high level of mineral content; negative toxicity test and microbiological in accordance to the legislation; low water activity $a_w = 0,358$, and isotherm adsorption with better to the Peleg's mathematical model. The cakes with gherkin flour has also presented high levels of fibers and ash contents with calorific value lower than the baseline control cake. The cake F1 has presented better score at the sensorial test. The cake F2 was pointed as the best choice for shopping in case of commercialisation. The gherkin flour has presented itself as an alternative viable food in substitution of the wheat flour, with satisfactory results related to the nutritive, microbiological, technological and sensorial aspects.

Key words: Vegetable, Gherkin, Flour - gherkin, Cake - gherkin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1- <i>Cucumis anguria</i> L. cultivado no Canteiro Cheiro Verde, unidade produção de hortaliças em Nova Floresta - PB: A) fruto e B) flor.....	24
Figura 1.2 - Medidas dos frutos do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) avaliadas no estudo: comprimento (L), diâmetro (D) e circunferência (C).....	29
Figura 1.3 - Fruto do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) inteiro e fracionamento em casca, polpa e sementes para avaliar massa e percentual de cada fração.....	30
Figura 1.4 - Frutos do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.): A) espículos maiores B) espículos curto C) sem espículos (liso).....	32
Figura 3.1 - Etapas da secagem dos frutos do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.): A) corte dos frutos e verificação da espessura aproximada de 2,5 mm; B) distribuição em bandejas em camada única.....	73
Quadro 3.1 - Modelos matemáticos adotados para ajuste dos dados experimentais obtidos na cinética de secagem do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.), com suas respectivas equações.....	75
Figura 3.2 – Modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) nas temperaturas 40, 50 e 60° C.....	79
Figura 4.1 - Ponto ideal de colheita do maxixe paulista (acima) e do maxixe comum (abaixo) com destino a: conserva (A); saladas (B); cozido (C).....	90
Figura 4.2 – Ilustração do diagrama de cromaticidade L* a* b*.....	97
Figura 4.3 – Fluxograma da etapas de processamento da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	101
Quadro 4.1 - Modelos matemáticos para ajuste das isotermas de adsorção.....	102
Figura 4.4 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe desidratada a 60 °C por convecção, com ajuste pelo modelo de Peleg.....	112
Figura 4.5 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) desidratada a 60 °C por convecção, com ajuste pelo modelo de Oswin.....	112
Figura 4.6 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) desidratada a 60 °C por convecção, com ajuste pelo modelo de GAB.....	113
Quadro 4.2 - Análise microbiológica da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	114
Figura 5.1 – Fluxograma de produção dos bolos com farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Dados físicos dos maxixes comercializados na região do Curimataú Paraibano-PB.....	31
Tabela 1.2 - Médias das massas e densidade dos maxixes comercializados em localidades da região do Curimataú Paraibano-PB.....	33
Tabela 2.1 - Características químicas e físico-químicas dos maxixes (<i>Cucumis anguria</i> L.) <i>in natura</i> comercializado na região do Curimataú – PB.....	55
Tabela 2.2 - Composição dos minerais presentes no maxixe <i>in natura</i> comercializado na região do Curimataú – PB.....	58
Tabela 2.3 - Teste da toxicidade do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) <i>in natura</i> (MEYER et al, 1982).....	60
Tabela 3.1 – Resultados estatísticos obtidos com os modelos de secagem adotados na secagem do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) a 40, 50 e 60 °C, em estufa de circulação de ar forçada.....	76
Tabela 3.2 - Evolução da perda de água do maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.) durante a cinética.....	81
Tabela 4.1 - Resultado da coordenada de cor instrumental obtido para farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	105
Tabela 4.2 - Características químicas e físico-químicas da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	106
Tabela 4.3 - Valor médio da atividade de água (a_w) determinada para farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	110
Tabela 4.4 - Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P), dos modelos Peleg, Oswin e GAB ajustados às isotermas de adsorção de água da farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	111
Tabela 4.5 - Toxicidade com valor da concentração letal (CL_{50}) para farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	115
Tabela 5.1 - Dados de produção e consumo do trigo e da farinha de trigo no Brasil.....	126
Tabela 5.2 - Formulação dos três bolos elaborados com farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	130
Tabela 5.3 – Características químicas, físicas e físico-químicas dos bolos elaborados com diferentes concentrações de farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	133
Tabela 6.1 - Escores médios dos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra realizados com bolo com diferentes concentrações de farinha de maxixe (<i>Cucumis anguria</i> L.).....	151

Tabela 6.2 - Distribuição das notas de acordo com a ordenação de preferência geral pelos provadores (n=68) na análise sensorial de bolo com diferentes concentrações de farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.)..... 152

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA – Análise de Variância
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP – Adenosina Trifosfato
CEP – Comitê de Ética e Pesquisa
CL – Concentração Letal
CNNPA – Comissão Nacional de Normas e Padrões para alimentos
DTA – Doenças Transmitidas por Alimentos
DL – Dose Letal
EDX – Energia Dispersiva de Raio X
ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
IAL – Instituto Adolfo Lutz
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
LABMA – Laboratório de Microbiologia de Alimentos
LABROM – Laboratório de Bromatologia
LAPPA – Laboratório de
LASA – Laboratório de Análise Sensorial
LBBA – Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos
LTA – Laboratório de Tecnologia de Alimentos
NBR – Norma Brasileira
NMP – Número Mais Provável
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada (da ANVISA)
TACO – Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos
TON – Tonelada
USP- Universidade de São Paulo
USDA – United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPÍTULO 1	21
ASPECTOS BIOMÉTRICOS DE FRUTOS DE <i>Cucumis anguria</i> L. (Maxixe) COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO CURIMATAÚ PARAIBANO.....	21
1.1 INTRODUÇÃO	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo Geral	22
1.2.2 Objetivos Específicos.....	22
1.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
1.3.1 Aspectos Botânicos	23
1.3.2 Dados de Produção e Consumo	24
1.3.3 Abordagem sobre Estudos Biométricos e Produção de Hortaliças.....	26
1.4 MATERIAL E MÉTODOS	28
1.4.1 Aquisição das Amostras e Local de Execução.....	28
1.4.2 Avaliação da Biometria dos Frutos.....	28
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
1.6 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO 2	41
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E TOXICOLÓGICA DE FRUTOS DE <i>Cucumis anguria</i> L. COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO CURIMATAÚ PARAIBANO.....	41
2.1 INTRODUÇÃO	41
2.2 OBJETIVOS	42
2.2.1 Objetivo Geral	42
2.2.2 Objetivos Específicos.....	42
2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	43
2.3.1 Importância da Caracterização Química e Físico-Química de Frutas e Hortaliças.....	43
2.3.1.1 pH.....	43
2.3.1.2 Acidez	44
2.3.1.3 Sólidos Solúveis Totais (SST ou °Brix).....	44

2.3.1.4 Teor de Água.....	45
2.3.1.5 Proteínas	45
2.3.1.6 Lipídios	46
2.3.1.7 Carboidratos	46
2.3.1.8 Fibras.....	47
2.3.1.9 Energia	47
2.3.1.10 Cinzas e Elementos Minerais Individuais.....	48
2.3.3 Breve Perfil do Potencial Fitoquímico e Medicinal do Maxixe	49
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	52
2.4.1 Caracterização Química.....	52
2.4.1.1 Determinação de Teor de Água, Acidez Titulável e pH	52
2.4.1.2 Determinação dos Macronutrientes (lipídeos, proteínas, carboidratos e fibra).....	53
2.4.1.3 Determinação de °Brix.....	53
2.4.1.4 Determinação de Cinzas e Elementos Minerais por EDX	53
2.4.2 Caracterização Físico-Química	54
2.4.2.1 Determinação de Energia	54
2.4.3 Teste de Toxicidade	54
2.4.4 Análise dos Dados	54
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
2.5.1 Caracterização Químicas e Físico-química	55
2.5.2 Teste de Toxicidade	59
2.6 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
CAPÍTULO 3	67
CINÉTICA DE SECAGEM DO MAXIXE (<i>Cucumis anguria</i> L.) PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA	67
3.1 INTRODUÇÃO	67
3.2 OBJETIVOS	68
3.2.1 Objetivo Geral	68
3.2.2 Objetivos Específicos.....	68
3.3 REFERENCIAL TEÓRICO	69
3.3.1 Processo de Secagem	69
3.3.2 Obtenção de Farinhas por Secagem Convectiva	71
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	73
3.4.1 Cinética de Secagem	73

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.6 CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	83
CAPÍTULO 4	87
ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE MAXIXE	87
4.1 INTRODUÇÃO	87
4.2 OBJETIVOS	88
4.2.1 Objetivo Geral	88
4.2.2 Objetivos Específicos	88
4.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	89
4.3.1 Maxixe e suas Formas de Consumo	89
4.3.2 O Processamento de Hortaliças como Alternativa a Redução de Perdas no Pós-Colheita	90
4.3.3 Processamento de Farinhas Obtidas de Hortaliças	93
4.3.4 Principais Análises de Controle de Qualidade de Farinhas	95
4.3.4.1 Atividade de água (a_w).....	95
4.3.4.2 Cor instrumental	96
4.3.4.3 Análises microbiológicas.....	98
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	100
4.4.1 Local de Execução da Pesquisa	100
4.4.2 Aquisição e Critérios de Seleção dos Frutos	100
4.4.3 Processamento da Farinha de Maxixe	100
4.4.4.1 Cor instrumental	102
4.4.4.2 Atividade de água e isotermas de adsorção de água	102
4.4.4.3 Análises microbiológicas.....	103
4.4.4.4 Análise toxicológica.....	103
4.4.5 Análises dos Dados	104
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
4.5.1 Cor Instrumental	105
4.5.2 Caracterização Química e Físico-química da Farinha de Maxixe	106
4.5.2.1 Atividade de água (a_w) e isotermas de adsorção.....	110
4.5.3 Análises Microbiológicas	113
4.5.4 Análise de Toxicidade	114
4.6 CONCLUSÃO	116
REFERÊNCIAS	117

CAPÍTULO 5	124
ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BOLO PRODUZIDO COM FARINHA DE MAXIXE	124
5.1 INTRODUÇÃO	124
5.2 OBJETIVOS	125
5.2.1 Objetivo Geral	125
5.2.2 Objetivos Específicos	125
5.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	126
5.3.1 Produtos de Panificação e Confeitaria	126
5.3.2 Bolos	128
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	130
5.4.1 Local de Execução e Aquisição da Matéria-Prima	130
5.4.2 Formulação do Produto	130
5.4.3 Caracterização Química e Físico-química do Produto	132
5.4.4 Análises Microbiológicas do Produto	132
5.4.5 Análise dos Dados	132
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	133
5.6 CONCLUSÃO	137
REFERENCIAS	138
CAPÍTULO 6	142
ANÁLISE SENSORIAL DE BOLO ELABORADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FARINHA DE MAXIXE (<i>Cucumis anguria</i> L.)	142
6.1 INTRODUÇÃO	142
6.2 OBJETIVOS	143
6.2.1 Objetivo Geral	143
6.2.2 Objetivos Específicos	143
6.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	144
6.3.1 Análise Sensorial: Histórico, Conceito e Finalidades	144
6.3.2 Classificação dos Métodos de Análise Sensorial	145
6.4 MATERIAL E MÉTODOS	148
6.4.1 Local de Execução da Pesquisa	148
6.4.2 Elaboração dos Produtos	148
6.4.3 Procedimentos Éticos	148
6.4.4 Análise Sensorial para Verificação da Aceitação do Produto Elaborado com a Farinha de Maxixe	148
6.4.5 Análise dos Dados	149

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	151
6.6 CONCLUSÃO.....	154
REFERÊNCIAS	155
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
APÊNDICES	159
ANEXOS	162

1. INTRODUÇÃO GERAL

A hortaliça *Cucumis anguria* L. conhecida mais popularmente por maxixe é uma espécie da família das Cucurbitáceas, é originária do continente africano e adaptou-se muito bem as condições edáficas e climatológicas do Brasil. O fruto é bastante apreciado e com distribuição ampla nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste do país (LIMA et al., 2006; MODOLO; COSTA, 2003).

As Cucurbitáceas são espécies importantes economicamente, não só pelo fato de serem bastante utilizadas como alimentos e fibras, mas por também apresentarem um elevado potencial para bioprospecção (GOMES-COSTA; ALVES, 2012). A bioprospecção enquanto um termo acadêmico significa a “busca sistemática por organismos, genes, enzimas, compostos, processos e partes provenientes de seres vivos, que tenham potencial econômico e, eventualmente, levam ao desenvolvimento de um produto” (SACCARO JÚNIOR, 2014). Portanto, a bioprospecção visa à exploração da biodiversidade para fins econômicos, ou seja, com um pronunciado viés mercadológico. É nesse contexto que se pretende investigar o potencial dos frutos do *Cucumis anguria* L., na elaboração de um novo produto destinado ao consumo humano. Além do maxixe, entre os representantes das cultivadas exóticas, cujos frutos são bastante consumidos tem-se: abóbora ou jerimum (*Cucurbita* spp.), melão (*Cucumis melo* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai), abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz). A esponja vegetal (*Luffa cylindrica* L.) é uma nativa que possui fruto comestível quando jovem, sendo bastante fibroso quando atinge a maturidade. Entre outras espécies nativas no Brasil tem-se o melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) (JOLY, 2005), *Gurania subumbellata* (Miq.) Cogn., *Psiguria ternata* (M. Roem.) C. Jeffrey, *Psiguria triphylla* (Miq.) C., *Melothria pendula* L. e *Cayaponia tayuya* (Vell.) Cogn..

Geralmente, as formas de consumo do maxixe são: a maxixada, sendo um prato típico da culinária nordestina, em que o fruto é cozido associado a outros ingredientes; cozido no feijão; ou consumido cru em saladas, forma pouco usual (NASCIMENTO, NUNES e NUNES, 2011).

Na literatura encontram-se vários estudos voltados para os aspectos agrônômicos da espécie, outros apontam para as propriedades medicinais dentre elas a ação emoliente, anti-helmíntica, anti-hemorroidal, antiemética e laxativa (NASCIMENTO, NUNES e SILVA, 2010). O elevado teor de zinco confere ao maxixe propriedades como: redutor do colesterol,

preventivo em doenças na próstata e cicatrizante (MODOLO; COSTA, 2003). Apesar dos benefícios apontados para a saúde humana, o consumo *per capita* dessa hortaliça ainda é muito baixo entre os brasileiros, segundo dados do IBGE (2004).

Por se tratar de uma cultura sazonal e regionalizada o maxixe não se encontra disponível o ano inteiro na mesa do consumidor brasileiro; como toda hortaliça possui perecibilidade elevada; sendo necessária a elaboração e apresentação de produtos que conservem as propriedades medicinais e nutricionais dessa hortaliça, tornando-a disponível para o consumo nos períodos de entressafra e também estimulando o seu consumo; pouco se sabe do aproveitamento dessa hortaliça na alimentação humana que não seja na forma tradicional; sendo desconhecido seu aproveitamento pelo setor agroindustrial e alguns estudos já sinalizam a sua utilização na forma de pickles (MODOLO; COSTA, 2003; LIMA et al, 2006; NASCIMENTO, NUNES; SILVA, 2010; PEREIRA et al, 2010; NASCIMENTO, NUNES; NUNES, 2011).

Presume-se que a apresentação de novos produtos utilizando-se o maxixe (*Cucumis anguria* L.), ou conciliando-o na composição de outros produtos poderá trazer considerável agregação de valor a essa matéria-prima, com um possível incremento na produção agrícola, junto às regiões produtoras, como também no setor de processamento. Esta premissa é corroborada pelos autores Nascimento, Nunes e Silva (2010, p. 2) quando afirmam que: “*Estudos sobre as propriedades nutricionais e sensoriais do maxixe, bem como o seu aproveitamento agroindustrial, são praticamente inexistentes e os que estão disponíveis referem-se à sua caracterização agrônômica*”.

Em consulta ao banco de depósitos de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), usando como palavras-chaves maxixe, cucumis, anguria, gherkin, cucumber, nenhum registro foi encontrado para o maxixe, revelando a escassez de dados, e que a espécie ainda não despertou o interesse de pesquisadores e inventores quanto à exploração da espécie.

É baseado nos argumentos acima que este trabalho se propôs a elaborar uma farinha obtida do maxixe (*Cucumis anguria* L.) e depois da análise de vários parâmetros, apresentar um produto utilizando a farinha do maxixe, bem como sua aceitabilidade.

Para tanto, o referido trabalho está dividido em seis capítulos, são eles: o primeiro trata de apresentar as características físicas do maxixe *in natura* usados na pesquisa; o segundo aborda a caracterização química, no intuito de conhecer melhor o objeto de estudo quanto sua composição de nutrientes; o terceiro descreve as curvas de secagem realizadas com três diferentes temperaturas, cujos resultados foram ajustados a modelos matemáticos; o

quarto enfoca todo o processo de obtenção e caracterização da farinha de maxixe, com teste microbiológico e toxicológico; o quinto apresenta o produto alimentício, bolos elaborados utilizando a farinha de maxixe com diferentes formulações e análises dos nutrientes; e o sexto finaliza com análise sensorial dos bolos, com dados estatísticos dos atributos de aceitabilidade do produto.

Espera-se que este trabalho venha subsidiar outros estudos de caráter técnico-científico, no campo da bioquímica dos alimentos, da biotecnologia dos alimentos, da engenharia de alimentos, nutrição, como também gerar informação e conhecimento aos atores envolvidos sejam pesquisadores, estudantes, produtores, processadores e consumidores.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS BIOMÉTRICOS DE FRUTOS DE *Cucumis anguria* L. (Maxixe) COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO CURIMATAÚ PARAIBANO

1.1 INTRODUÇÃO

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é uma espécie da família das Cucurbitáceas, originária do continente africano (LIMA et al., 2006; BATISTA et al., 2007; BENEVIDES et al., 2013) que se adaptou muito bem aos solos e condições climáticas do Brasil. Os frutos de maxixe produzidos no Brasil são de populações cujas características são: não apresentar sabor amargo e possuir variações quanto ao tamanho e à presença de espículos (PEREIRA et al., 2010), o que os diferenciam de seus ancestrais africanos. O maxixe está entre as hortaliças mais consumidas no nordeste brasileiro, com importância econômica, social e cultural para a região (BENEVIDES et al., 2013). É bastante consumido cozido, ou na forma *in natura*, ocorrendo recentemente no Brasil o consumo em conserva, na forma de picles (MODOLO; COSTA, 2003; JU et al., 2014). Faz parte da culinária popular das regiões norte, nordeste (OLIVEIRA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2012; SOUZA NETA et al., 2015), e alguns autores fazem referência a região sudeste (LIMA et al., 2006), relatando que o maxixe é mais cultivado nas regiões com maior influência da cultura do povo africano (MODOLO; COSTA, 2003).

O cultivo ocorre predominantemente de forma espontânea, sem nenhum aparato tecnológico, sendo comum encontrar a espécie em meio à cultura de subsistência em áreas rurais (MEDEIROS et al., 2010). Trata-se de uma cultura sazonal e não se encontra organizada em cadeias produtivas (BRASIL, 2010). Por ser uma cultura rudimentar resulta na obtenção de frutos sem qualquer uniformidade ou padronização, o que é desfavorável quanto aos aspectos mercadológicos, implicando em uma variedade no formato, peso, coloração, presença ou não de espículos, tamanho dos frutos entre outros atributos.

Considerando que a espécie *Cucumis anguria* L. ainda é pouco estudada com relação aos aspectos nutricionais, sensoriais e processamento agroindustrial (PEREIRA et al., 2010), neste trabalho pretende-se realizar uma avaliação biométrica das características do maxixe comercializado e consumido em localidades da região do Curimataú Paraibano-PB, para dessa forma subsidiar outros estudos de caracterização com esta hortaliça.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar a biometria dos frutos de *Cucumis anguria* L. comercializados na região do Curimataú Paraibano, destacando a importância dos estudos de caracterização.

1.2.2 Objetivos Específicos

Aferir as variáveis comprimento, largura, circunferência e calcular o índice do formato do maxixe;

Verificar as proporções em massa da casca, da polpa e das sementes e calcular o rendimento relativo a cada parte dos frutos;

Determinar a densidade dos frutos.

1.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.3.1 Aspectos Botânicos

A classificação taxonômica para *Cucumis anguria* L. segundo o Departamento Americano de Agricultura (USDA, 2014) é a seguinte: divisão – Magnoliophyta (quanto as flores); classe Equisetopsida; subclasse – Magnollidae; ordem – Cucurbitales; família – Cucurbitaceae; gênero – *Cucumis*; espécie – *Cucumis anguria* L.; variedade – *Cucumis anguria* L. var. *anguria*, popularmente o maxixe das Índias Ocidentais (West Indian gherkin ou bur gherkin).

A família Cucurbitácea possui aproximadamente 130 gêneros e 900 espécies. São representadas por 02 subfamílias: Nhandioboideae, com uma tribo (Zanonieae); e Cucurbitoideae, com 10 tribos (Jolifficeae, Brynonieae, Trichosantheae, Herpetospermae, Schizopeponeae, Luffeae, Sicyeae, Coniandreaea, Benincaseae e Cucurbiteae) (LIMA, 2010). Segundo Gomes-Costa e Alves (2012) a família abrange 97 gêneros e cerca de 950 espécies e ocorrem predominantemente nas regiões tropical e subtropical.

Atualmente são reconhecidas 156 espécies de Cucurbitáceas, distribuídas em 30 gêneros para o Brasil. Deste levantamento 52 espécies, reunidas em 22 gêneros, são citadas para a região nordeste do Brasil (GOMES-COSTA; ALVES, 2012).

Dependendo da região do país, o maxixe (*Cucumis anguria* L) recebe diferentes denominações, é conhecido como maxixe-do-mato, maxixe-bravo, maxixeiro, maxixe-do-norte, maxixo, pepino espinhoso, pepino de índio (região amazônica), pepino-castanha, pepino-de-burro, cornichão e cornichão das Antilhas (MORETONI, 2008). Na Venezuela é conhecido como pepino silvestre, em países de língua inglesa, cucumber e west-india gherkins, gurke e whest-indische, na Alemanha, e na França concombres-des-Antilles (CORRÊA, 1974; STASI; HIRUMA-LIMA, 2002).

As espécies de maxixe mais conhecidas são: *Cucumis anguria* L. (Figura 1.1), bastante popular nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste (LIMA et al., 2006), seguida do maxixe paulista, que é uma variedade resultante do cruzamento entre *Cucumis anguria* L. e *Cucumis longipes* Hook (MODOLO; COSTA, 2003); e o maxixe-do-reino ou peruano, *Cyclanthera pedata* (L.) Schrad, este último encontrado no Brasil, Bolívia, Chile, Colômbia, Argentina e Peru (NASCIMENTO; NUNES; SILVA, 2010). Um estudo de germoplasma (QUEIROZ, 1993), identificou três tipos de maxixe para o nordeste: um liso, um com espículos esparçados e grossos e um com espículos mais adensados e finos.

Figura 1.1-*Cucumis anguria* L. cultivado no Canteiro Cheiro Verde, unidade produção de hortaliças em Nova Floresta - PB: A) fruto e B) flor.

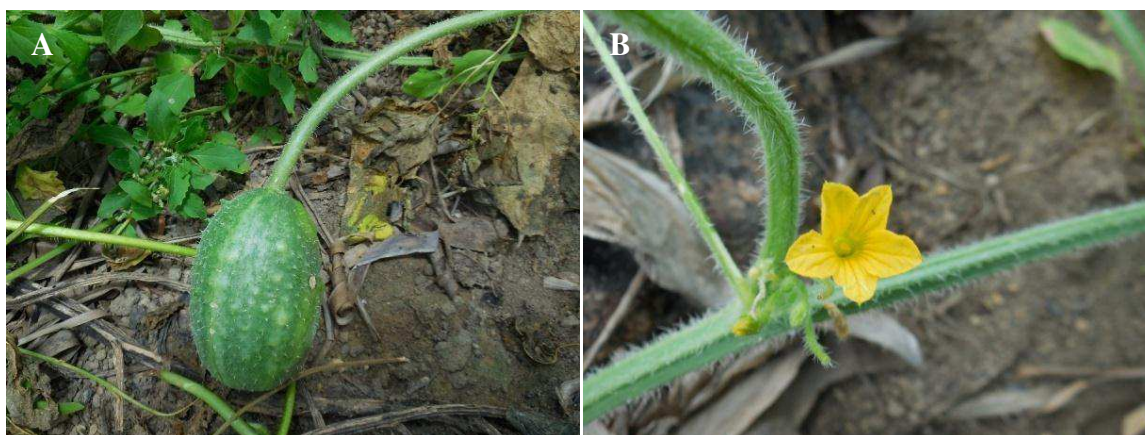


Foto: Autora

O maxixe paulista é uma espécie geneticamente modificada, desenvolvido por pesquisadores da ESALQ/USP, apresenta elevado percentual de massa em relação ao maxixe comum, e com elevado potencial para o consumo em saladas e na forma de picles (MODOLO; COSTA, 2003).

Pio Correia (1974) descreve o *Cucumis anguria* L. como sendo uma planta anual, com caule rasteiro, ramificado, anguloso, áspero; folhas com comprimento variando de 8-10 cm, hispida no dorso, com base emarginada, profundamente lobada em número de 5; pecíolo delicado, anguloso, glabro, com 1 a 2 mm de comprimento; antera 2 mm com o conectivo apendiculado; flores femininas, com pedicelo cilíndrico, estaminódio liguliforme, com 1-2 mm de comprimento; ovário ínfero oblongo, muricado; estilete com 1 a 2 cm de comprimento com estigmas coniventes; fruto ovóide, aculeado, concolar ou com faixa branca longitudinal, na maturidade apresenta cor amarelo claro; sementes albas pequenas. As sementes são numerosas e desprovidas de endosperma (FERNANDES, 198?).

Os frutos comestíveis possuem casca com coloração verde, formato ovalado e espículos, espinhos moles e pontiagudos (FILGUEIRA, 2008). O maxixe apresenta uma grande variação de caracteres relacionados ao fruto (DANTAS, 2014).

1.3.2 Dados de Produção e Consumo

O maxixe é uma hortaliça principalmente cultivada e consumida na África, Brasil, Cuba, Índia, Estados Unidos e Zimbábue (GILL; MAHAJAN; ARORA, 2014; MAHAJAN, 2014). Em outros países o maxixe recebe diferentes denominações como: na Venezuela é

conhecido como pepino silvestre; em países de língua inglesa por bur cucumber, cucumber, bur gherkin, gherkin e West Indian gherkin (maxixe das Índias Orientais) (YOON; CHUNG; THIRUVENGADAM, 2015); por Gurkee West-indische na Alemanha e na e França Concombre-des-Antilles (CORRÊA, 1974; STASI; HIRUMA-LIMA, 2002).

O maxixe é uma espécie de clima quente, suporta altas temperaturas e pluviosidades, o ciclo é entorno de 70 dias, prefere solos arenosos ou arenoargilosos, com pH entre 5,0 e 6,0 e sendo considerada uma espécie bastante rústica, resistente a pragas e doenças, no entanto, pode ter sua produtividade e qualidade afetadas por ação de vários micro-organismos com fungos, bactérias, vírus, nematóides e oomicetos (REIS et al., 2015).

Conforme o censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), foram produzidas 33.722 ton. de maxixe no país, desse total apenas 178 ton. foram destinadas à indústria para transformação ou beneficiamento. Esse dado reforça o quão incipiente tem sido a exploração dessa matéria-prima pelo setor agroindustrial, entre outros. A maioria foi cultivada em pequenas áreas agrícola, por pequenos produtores rurais.

Quando se aborda a questão do consumo dessa hortaliça, pesquisas indicam que o consumo *per capita* ainda é muito baixo entre os brasileiros, e segundo dados do IBGE (2010), a aquisição domiciliar *per capita* anual de maxixe pela população no período 2008-2009 foi de 0,067 kg, com uma significativa redução quando comparado ao período 2002-2003 (IBGE, 2004) cuja quantidade foi de 0,108 kg.

Em estudo sobre mercados étnicos (MANGAN et al., 2008) foi constatado que houve um crescente aumento da população de imigrantes nos Estados Unidos, principalmente de origem latina, asiática e africana, que vem demandando produtos de seus países de origem. O fato levou a Universidade de Massachusetts em 1996 iniciar uma pesquisa para avaliar as hortaliças preferidas entre os porto-riquenhos e dominicanos, a fim de inserir com êxito esses produtos no mercado local. Em 2002 o alvo foi voltado para os brasileiros, cujos produtos demandados foram taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.), jiló (*Solanum gilo* Raddi), maxixe (*Cucumis anguria* L.), abóbora (*Cucurbita maxima* L.) e quiabo (*Abelmoschus esculentum* L. Moench.). Fato que aumentaram as importações e abriu-se espaços para produtores brasileiros atingirem esses mercados. Fica evidente o potencial da cultura do maxixe não apenas para mercado interno, mas também o externo. Atingir o mercado externo exige alto grau de tecnificação por parte do produtor e primar pela qualidade dos produtos.

O setor hortifrutícola ainda tem muito que melhorar, pois a produção é predominantemente realizada por pequenas propriedades rurais, mão-de-obra familiar, ainda

conta com um baixo nível tecnológico, o que demanda esforços governamentais para atingir a devida eficiência no setor (LUENGO et al., 2003).

Os entraves para se chegar a níveis de produção satisfatório no setor hortifrutícola no geral são inúmeros no país, mais ainda com a cultura do maxixe, apesar de popular e muito apreciada na região nordeste. Medidas que equacionem a questão devem envolver desde o processo de produção, a disponibilidade do produto o ano todo, a alta perecibilidade, desperdício, qualidade do produto, distribuição, melhoramento genético, a escassez de informação tecnológica para essa cultura, dificuldade de apropriação da pouca informação que existe por parte dos produtores, meios de difusão de informação deficientes, baixos níveis de educação no campo, entre outros problemas.

1.3.3 Abordagem sobre Estudos Biométricos e Produção de Hortaliças

Estudos com enfoque nas características físicas de frutos e sementes podem sinalizar significativas diferenças entre espécies de mesmo gênero, assim como possibilitar estudos comparativos de uma espécie que habita diferentes ambientes (CRUZ; MARTINS; CARVALHO, 2001). Para outros autores (MIRANDA et al., 2014, p.1) “estudos biométricos de frutos e sementes podem subsidiar a adoção de práticas adequadas para a conservação e exploração econômica das espécies”, tornando-se importantes nas ações de reflorestamento, melhoramento genético entre outros.

Características físicas servem de base para que muitas espécies sejam incorporadas aos sistemas produtivos comerciais, contribuindo também para a conservação dos recursos genéticos, tipificando os diferentes genótipos que possam existir (CARVALHO et al., 2002).

Estudos atribuem à biometria o *status* de ferramenta importante para detecção da variabilidade genética de populações de mesma espécie e as relações destas com os fatores do ambiente (CARVALHO; NAZARÉ.; NASCIMENTO, 2003).

Conhecer as variações biométricas das características de frutos e sementes é fundamental para montagem de bancos de germoplasma e melhoramento desses caracteres, que podem contribuir para aprimorar determinados caracteres de frutos que melhorem a sua comercialização (GONÇALVES et al., 2013)

A caracterização física fornece valiosas informações para dimensionamento de embalagens e caixas, que ofereçam a devida proteção aos frutos e hortaliças. Um dos grandes desafios do setor agropecuário do Brasil é a redução das perdas de frutas e hortaliças no pós-

colheita, na ordem de 30-50% para hortaliças e leguminosas devido sua alta perecibilidade (KOBELITZ, 2014), muitas perdem seu valor comercial devido a injúrias mecânica sofridas durante o transporte, armazenamento etc. (LUENGO et al., 2003). Nesse aspecto Luengo e colaboradores (2003) realizaram um estudo a partir de técnicas de aplanção e o firmomêtro com vários produtos, dentre eles o maxixe, a fim de produzir uma série de caixas para transportar de forma segura os produtos até os pontos de comercialização, de forma que cheguem ao consumidor final sem ferimentos e amassamentos. O estudo aponta que as embalagens existentes para frutas e hortaliças foram derivadas de embalagens usadas para transporte de peças automotivas e carnes. E ainda é muito usual a caixa “K”, projetada na segunda guerra mundial para transportar querosene, inadequada ao uso que se tem feito dela, o que exige estudos específicos e técnicos para mitigar o problema (ARDITO; CASTRO, 1988). Projetar embalagens adequadas levam em consideração o formato, densidade e peso dos frutos, entre outras variáveis.

Segundo Medeiros et al. (2010) o que torna a cultura do maxixe com pouco valor comercial é em parte pela diversidade genética da cultivar, implicando em falta de uniformidade nos frutos e sementes de baixa qualidade fisiológica, isto decorrentes da falta de manejo na produção das sementes por parte dos produtores, que geralmente, obtêm as sementes a partir de plantas que nascem espontaneamente em meio as culturas tradicionais de subsistência como milho e feijão.

Segundo Reis et al. (2015) no mercado formal de sementes são encontradas poucas cultivares, são elas: maxixe Comum ou Caipira, Maxixe do Norte (com espinhos) e Maxixe Japonês (sem espinhos).

O ponto ideal de colheita se torna primordial para se obter frutos de qualidade e, conseqüentemente, evitar maiores perdas (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001). Estudando a maturidade fisiológica das sementes de maxixe Medeiros et al. (2010), apontam que o estágio ideal de colheita dos frutos de maxixe é até 20 DDA (dias após a antese), quando estes se apresentam ainda verdes e tenros, as sementes estão brandas, apresentando sabor agradável, portanto pronto para o consumo e com maior valor comercial. Parâmetros físicos como massa, cor, comprimento, diâmetro, firmeza e forma podem ser utilizados em estudos de qualidade dos frutos, e o fator cor exerce grande influência na aceitação do produto (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

1.4.1 Aquisição das Amostras e Local de Execução

Os maxixes utilizados nesse estudo foram adquiridos em feiras livres, mercadinhos, comércios especializados na venda de produtos hortifrutícolas ou direto de produtores rurais de várias localidades situadas na microrregião do Curimataú Ocidental Paraibano, na classificação de Koppen o clima é do tipo BSw^h, quente semiárido do tipo estepe e a vegetação predominante é a caatinga do tipo arbustiva arbórea, com gradações intermediárias (TERRITÓRIO DO CURIMATAÚ, 2010). A aquisição dos frutos ocorreu nos municípios de Cuité, Sossego, Baraúnas e Nova Floresta, entre janeiro de 2015 e janeiro de 2016 e compreendeu um total de 11 lotes, que variaram entre 2 e 7kg. O delineamento foi experimental e de cada lote foram retiradas aleatoriamente 5 ou 10 unidades, com total de 105 frutos avaliados.

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité. As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA).

1.4.2 Avaliação da Biometria dos Frutos

As características físicas relacionadas às dimensões do fruto *in natura* determinadas no estudo foram: comprimento (L), largura (D) que compreendeu ao diâmetro do fruto, circunferência (C) e a razão entre o comprimento e largura (L/D), que determina o índice do formato do fruto (Figura 1.2). As variáveis comprimento e largura foram obtidas diretamente com paquímetro digital (ZaasPrecision6[®], precisão 0,01) e o índice do formato foi obtido dividindo-se o comprimento pela largura do fruto (MODOLO; COSTA, 2004). Para medir a circunferência, na região equatorial do fruto foi utilizada uma trena milimetrada (Starrett) flexível.

Figura 1.2 - Medidas dos frutos do maxixe (*Cucumis anguria* L.) avaliadas no estudo: comprimento (L), diâmetro (D) e circunferência (C).

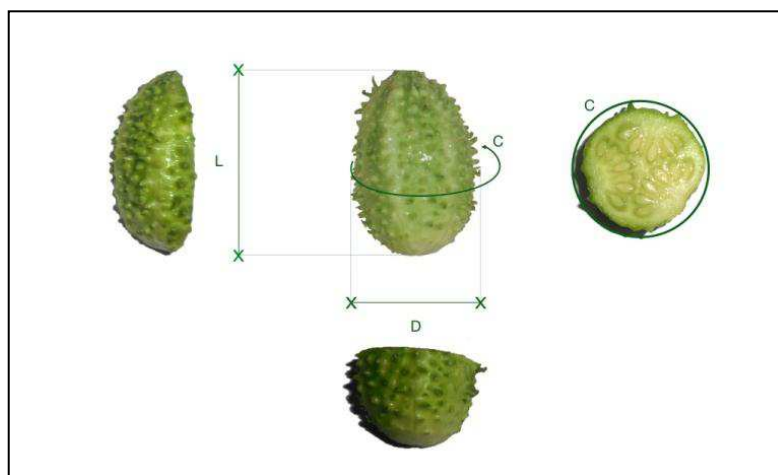


Foto: Autora

Para as medidas de massa foram avaliadas a massa total do fruto, massa da polpa, massa da casca, massa da semente e calculado o rendimento percentual de cada parte em relação a massa total do fruto. Inicialmente, pesou-se o fruto inteiro para depois fazer um seccionamento das partes (Figura 3). Depois de separadas as massas foram obtidas diretamente utilizando-se balança digital semi-analítica RADWAG (PS 360/ C/1), com precisão de 0,001g, com exceção da massa das sementes, conforme os procedimentos abaixo:

- a) massa total do fruto – a massa foi obtida de cada fruto inteiro, sem o pedúnculo, por meio de pesagem;
- b) massa da polpa – fez-se uma raspagem de cada fatia do fruto com o auxílio de uma colher, separando-se a polpa da casca e efetuou-se a pesagem;
- c) massa da casca – depois de se retirar a polpa de cada parte do fruto obteve-se as cascas que foram pesadas diretamente na balança;
- d) massa da semente – foram obtidas indiretamente pela diferença entre a massa total do fruto e as demais partes, dada a dificuldade em separar as sementes dos tecidos que as envolvem, principalmente nos frutos em estágios mais imaturos, quando a semente ainda está em processo de formação.

Figura 1.3 – Fruto do maxixe (*Cucumis anguria* L.) inteiro e fracionamento em casca, polpa e sementes para avaliar massa e percentual de cada fração.



Foto: Autora

Para determinação da densidade (g.cm^{-3}) a massa obteve-se o volume por meio da imersão do fruto em água depositada em uma proveta graduada, de forma que o volume obtido correspondeu ao deslocamento da coluna de água.

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dados referentes aos dados biométricos do maxixe são apresentados na Tabela 1.

As médias dos valores obtidos para o comprimento (L), largura (D) e o índice de formato (L/D) dos maxixes avaliados neste trabalho foram 49,92 mm, 31,02 mm e 1,61, respectivamente. Para média da circunferência obteve-se 104,4 mm. Estes valores se aproximaram dos resultados verificados por Batista et al. (2007), que encontraram para comprimento 50,92 mm, para diâmetro 30,74 mm e L/D 1,62, ao realizarem a caracterização física do maxixe comum do município de Iguatu – CE.

Tabela 1.1 - Dados físicos dos maxixes (*Cucumis anguria* L.) comercializados na região do Curimataú Paraibano-PB.

Cultivar	Biometria do Fruto					Referências
	L (mm)	D (mm)	L/D (mm)	C (mm)	Formato	
Comum*	49,92±7,85	31,02±4,01	1,61±0,13	104,4±13,8	Arredondado	-
Comum	50,90±4,60	30,70±6,90	1,62±0,09	-	Arredondado	Batista et al, 2007
Comum	52,81±4,61	34,09±2,53	1,55	-	Arredondado	Lima et al, 2006
Linhagens	69,93±11,00	47,43±4,20	1,48±0,14	-	Arredondado	Modolo; Costa, 2004
Híbridos	70,03±11,00	47,87±4,20	1,48±0,14	-	Arredondado	Modolo; Costa, 2004

*Média de 105 frutos. L = comprimento; D= diâmetro e C=circunferência

O estudo de melhoramento e produção de maxixe por Modolo e Costa (2004) usando 4 linhagens naturais e 6 híbridas, estas últimas obtidas do cruzamento entre as naturais, resultou em valores bem superiores ao deste trabalho (L= 49,92 mm, D=31,02 mm L/D=1,61), as médias encontradas para as linhagens naturais foram comprimento 69,93mm, diâmetro 47,43mm e relação L/D 1,48; para as híbridas obteve-se 70,03mm, 47,87mm e 1,48, respectivamente. Ao comparar todos os resultados (Tabela 1) observa-se que há grandes variações entre as medidas de comprimento dos frutos, enquanto para variações de diâmetro e relação L/D as amplitudes são menores.

O índice de formato dos frutos com valores próximos de 1 indicam formato mais arredondado, e valores superiores a 1 indicam formato alongado (MODOLO; COSTA, 2004). A relação L/D é uma característica importante para o processamento dos frutos na forma de pickles, seja inteiro ou fatiado, segundo Modolo e Costa (2004). As medidas da circunferência não foi um parâmetro avaliado pelos autores citados, cuja média encontrada neste trabalho foi 104,4 mm.

Na Figura 1.4 são mostradas algumas das variedades de maxixes encontradas na região do Curimataú Paraibano, com sua diversidade de formas. É importante destacar que o maxixe utilizado nesta pesquisa, mais comum no mercado da região, foi o demonstrado na Figura 1.4 - B, com espículos curtos. Frutos com muitos espículos exigem uma raspagem para retirá-los, demandando mais tempo durante preparações culinárias (AZEVEDO FILHO MELO, 2014). Portanto, os consumidores também ditam suas preferências, fato, às vezes, desconhecidos ou desconsiderados pelos produtores. Azevedo Filho e Melo (2014) destacaram que a ausência de espículos no maxixe é uma característica desejável do ponto de vista culinário, enquanto que a alta prolificidade é um caráter de importância agrônômico.

Figura 1.4 - Frutos do maxixe (*Cucumis anguria* L.): A) espículos maiores B) espículos curto C) sem espículos (liso).



Foto: Autora

Os resultados das medidas das massas dos frutos de maxixe estão expressos na Tabela 1.2. A média da massa total dos frutos foi de 30,34 g, valor superior ao registrado por Medeiros et al. (2010) em estudo sobre maturação de sementes de maxixe, que obteve média de 22,63 g para massa dos frutos adultos. Selecionando frutos, usando como critério peso e tamanho para elaboração de conserva Nascimento, Nunes e Nunes (2011) obtiveram médias inferiores, com 20 g para o peso total e 35 mm para o comprimento.

Um peso médio de 36,82 g para maxixes produzidos em Sergipe, foi encontrado por Lima et al (2006), valor superior ao encontrado nesse estudo. Modolo e Costa (2003) ao avaliarem linhagens de maxixe paulista com o maxixe comum afirmaram que a característica

que melhor distingue ambos é a massa média dos frutos, com as linhagens atingindo cerca de 62 a 84% a mais de massa média.

Tabela 1.2 - Médias das massas e densidade dos maxixes (*Cucumis anguria* L.) comercializados em localidades da região do Curimataú Paraibano-PB.

Características	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média*	Rendimento (%)
Massa Total (g)	10,07	63,68	30,34± 12,00	100,00
Massa Casca (g)	3,10	30,87	10,28±4,57	33,88
Massa Polpa (g)	2,79	24,95	10,10± 4,86	33,29
Massa Semente (g)	2,11	36,11	9,97± 5,83	32,86
Densidade (g/cm³)	0,623	1,434	0,982± 0,15	-

*Média das massas de 105 frutos e média de densidade para 75 frutos avaliados.

Em pesquisa sobre a variabilidade de genótipos de maxixe de diferentes regiões, mostrou-se que, dentre os caracteres observados, o peso médio dos frutos no ponto de consumo foi de 30,4 g (similar a este trabalho) (AZEVEDO FILHO; MELO, 2014). Conforme Fagundes e Yamanishi, (2001), o tamanho “*in natura*” do fruto depende das exigências do mercado consumidor, e no caso do maxixe, observa-se que a ausência dos espículos ou com espículos menores é uma característica demandada pelo mercado.

Ao se avaliar o rendimento na produção do maxixeiro em diferentes espaçamentos, as maiores massa média do fruto comercial obtida foi de 38 g, para o espaçamento 2,0 e 3,0 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas (OLIVEIRA et al., 2010). Testando a interação entre uso de bioestimulantes e água salinizada no rendimento da produção de maxixes liso de Calcutá, Souza Neta et al. (2015) encontraram frutos com massa média entre 25 g e 28 g.fruto¹, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

As médias das massas da polpa, casca e sementes se distribuíram numa equilibrada proporcionalidade entre suas partes, com aproximadamente um 1/3 de rendimento para cada fração, apesar das grandes amplitudes sinalizadas pelos valores mínimos e máximos obtidos (Tabela 1.2). Grandes variações no tamanho e peso dos frutos decorrem, na maioria das espécies, do tipo de planta-mãe que lhe deu origem (VILLACHICA et al., 1996).

A densidade média encontrada foi de $0,982 \text{ g/cm}^{-3}$, já Luengo et al. (2003) determinaram 0,397743 para densidade aparente do maxixe, ao tentarem dimensionar um tipo de embalagem adequada para esse fruto, a densidade aparente foi expressa pela razão massa do produto e seu volume no interior da embalagem. Densidade próxima a este trabalho foi obtida para acerola de $0,966 \text{ g/cm}^{-3}$ (AQUINO; MÓES; CASTRO, 2011)

A cultura do maxixe apresenta-se ainda subutilizada, presume-se que a apresentação de novos produtos utilizando essa cultivar poderá trazer considerável agregação de valor a essa matéria-prima, com um possível incremento na produção agrícola, como também no setor de processamento.

Geralmente, as características físicas são influenciadas por condições edafoclimáticas, tipo de cultivar, tratos culturais, época do plantio, manuseio na colheita e pós-colheita e podem variar de acordo com o destino do fruto e exigências dos consumidores (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Frutos mais firmes e em estado mais verde, em cor e maturidade são características mais apreciadas pelos consumidores. Essas informações são corroboradas por Lima et al. (2006) que avaliaram a firmeza de polpa dos frutos e relataram que ao perderem a firmeza com a maturação, os frutos são desprezados pelos consumidores.

1.6 CONCLUSÃO

Foi possível conhecer aspectos que caracterizam o maxixe que é comercializado e consumido no mercado da região, cujas médias obtidas foram 49,92 mm de comprimento, 31,02 mm de diâmetro, com formato arredondado e massa 30,34 g, estando condizente com as médias citadas por outros autores para região nordeste, para essa espécie. Maiores variações podem ser decorrentes de condições edafoclimáticas, de cultivo, finalidade ao qual se destina o fruto entre outras. Obteve-se uma proporção equânime entre as partes de casca, polpa e semente entornando de 1/3 de rendimento.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; CASTRO, A. A. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 2, p. 154–163, 2011.

ARDITO, E. F. G. .; CASTRO, J. V. Embalagens para frutas tropicais para mercado interno e externo. In: BLEINROTH, E. (Ed.). **Tecnologia de pós colheita de frutas tropicais**. Campinas - SP: ITAL, 1988. 199 p.

AZEVEDO FILHO, J. A. ; MELO, A. M. T. **Caracterização agrônômica de genótipos de maxixe**. Horticultura, p. 1–4, 2014.

BATISTA, M. A. V.; SOUZA, J. P.; NOGUEIRA, D. H.; FREITAS, J. D. B.; CARVALHO, F. W. A. ; SILVA, J. L. Caracterização física de frutos de maxixe comum colhidos no município de Iguatu – CE. **Abhorticultura**, 2007.

BENEVIDES, C. M. D. J.; SOUZA, R. D. B.; SOUZA, M. V.; LOPES, M. V. Efeito do processamento sobre os teores de oxalato e tanino em maxixe (*Cucumis anguria* L.), jiló (*Solanum gilo*), feijão verde (*Vigna unguiculata* L. Walp) e feijão andu (*Cajanus cajan* L.) Mill sp). **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 3, p. 321–327, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2010.92 p.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R.F.R.; NASCIMENTO, W. M. O. Características físicas e físicoquímicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 326–328, 2003.

CARVALHO, P. C. L. .; SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R.; CARVALHO, J. A. B. S. Conservação de germoplasma de fruteiras tropicais com a participação do agricultor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 471–478, 2002.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas uteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional Brasília, 1974.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. D. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161–165, 2001.

DANTAS, J. I. A.. **Avaliação de famílias de meio-irmãos de duas populações de maxixe**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014, 47 p.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo “ solo ” comercializados em 4 estabelecimentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 541–545, 2001.

FERNANDES, R.B. *Cucumis* L. In: **Flora Ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares**. Madrid: Real Jardín Botánico, 198? Disponível em: www.floraiberica.es/floraiberica/texto/pdfs/03_069_04_cucumis.pdf. Acesso em: 13 out. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG: UFV, 2008.

GILL, N. S.; MAHAJAN, A.; ARORA, R. Isolation and Characterisation of *Cucumis anguria* Seeds for Their Therapeutic Potencial. **Indo American Journal of Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 7, p. 3208–3216, 2014.

GOMES-COSTA, G. A.; ALVES, M. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Cucurbitaceae. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 817–829, 2012.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso , Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31–40, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário: brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

JU, H. J.; JEYAKUMAR, J.; KAMARAJ, M.; PRAVEEN, N.; CHUNG, I. M.; KIM, S. H.; THIRUVENGADAM, M. High frequency somatic embryogenesis and plant regeneration from hypocotyl and leaf explants of gherkin (*Cucumis anguria* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 169, p. 161–168, 2014.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-Primas Alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

LIMA, A. S.; MOURA, K. M.; ALMEIDA, L. B.; NADIANI, T.; SILVA, S. Caracterização

centesimal de maxixe e sua aplicação na produção de picles. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 17, p. 407–412, 2006.

LIMA, L. F. P. **Estudos taxonômicos e morfopolínicos em Cucurbitaceae brasileiras**. 2010. Tese de Doutorado em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. 232

LUENGO, R. D. F. A.; CALBO, A. G.; JACOMINO, A. P.; PESSOA, J. D. C. Firmness of vegetables and fruits as a determinant of the maximum allowable pile height in commercialization packages. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 704–707, 2003.

MAHAJAN, A. A study on west indian gherkin (*Cucumis anguria*) seeds: its phytochemical profile and antioxidant activity. **International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 3, p. 76–84, 2014.

MANGAN, F. X.; MENDONÇA, R. U.; NUNES, S. V.; FINGER, F. L.; BARROS, Z. J.; GALVÃO, H.; ALMEIDA, G. C.; SILVA, R. A. N.; ANDERSON, M. D. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. **Horticultura Brasileira**, v. 2015, p. 6–14, 2008.

MEDEIROS, M. A.; GRANGEIRO, L. C.; TORRES, S. B.; FREITAS, A. V. L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 17–24, 2010.

MIRANDA, S. P. A.; GOMES, L. P.; BARROSO FILHO, G. N.; FERREIRA, R. M.; CAVALCANTE, E. A. B. **Avaliação biométrica dos frutos e sementes de e sementes de Casearia decandra JACQ. (Salicaceae) oriundos do parque zoobotânico**, Rio Branco, Acre. 2014.

MODOLO, V., A.; COSTA, C. P. Avaliação de linhagens de maxixe paulista em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 632–634, 2003.

_____. **Maxixe: uma hortaliça de tripla forma de consumo**. Piracicaba - SP: ESALQ/USP, 2003.

_____. Production of paulista gherkin using trellis net support. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 43–46, 2004.

MORETONI, C. B. **Avaliação fitoquímica e das atividades antioxidantes, citotóxica e hipoglicemiante dos frutos de cucumis anguria L. (cucurbitaceae)**. 2008. Dissertação de

Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2008. 90p.

NASCIMENTO, A. M. C. B.; NUNES, R. G. F. L.; SILVA, M. J. M. Elaboração e avaliação química e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **V CONNEPI-2010**, 2010. Maceio - AL.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P. DE ; SILVA, D. F.; SANTOS, R. R.; SILVA, N. V.; Produção do maxixeiro em função de espaçamentos entre fileiras e entre plantas. **Horticultura Brasileira** , v. 28, n. 3, p. 344–347, 2010.

OLIVEIRA, F. D. A; OLIVEIRA, M. K. T.; GONÇALVES, A. L. Desenvolvimento inicial do irrigado com águas de salinidades maxixeiro diferentes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 22–28, 2012.

PEREIRA, D. V.; FERREIRA, A. V.; SILVA, F. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, V. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, J. N.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Capacidade antioxidante e fenólicos totais de maxixe (*cucumis anguria* L .). **V CONNEPI-2010**, n. 1, p. 1–6, 2010.

QUEIROZ, M. . Potencial do germoplasma de cucurbitáceas no nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v. 11, p. 7–9, 1993.

REIS, A.; LIMA, M. F.; LOPES, C. A.; PINHEIRO, J. B. **Principais doenças do maxixeiro no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2015.

SOUZA NETA, M. L.; TORRES, S. B.; SOUZA, A. A. T.; SILVA, D. D. A.; PIMENTA, F., A. P. S.; SILVA, R. L.; OLIVEIRA, F. A. Rendimento de maxixeiro sob estresse salino e tratamento de sementes com bioestimulante. In: **XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, São Cristovão-SE, p. 1–10, 2015.

STASI, L. C. D.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na amazônia e na mata atlântica**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2002.

TERRITÓRIO DO CURIMATAÚ: **Resumo Executivo Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS Território do Curimataú-PB**. Paraíba, 2010. Disponível em:
<[www.http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio160.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio160.pdf)>. Acesso: 06 ago. 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Classification for king of *plantae* down to variety *Cucumis anguria* L. var. *anguria***. Disponível em: <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=CUANA>. Acesso em: 20 ago. 2014.

VILLACHICA, H. .; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. Frutales y hortalizas promissorios de la Amazonia. Lima: **Tratado de Cooperacion Amazonica**, 1996.

YOON, J. Y.; CHUNG, I. M.; THIRUVENGADAM, M. Evaluation of phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial activities from transgenic hairy root cultures of gherkin (*Cucumis anguria* L.). **South African Journal of Botany**, v. 100, p. 80–86, 2015.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E TOXICOLÓGICA DE FRUTOS DE *Cucumis anguria* L. COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO CURIMATAÚ PARAIBANO

2.1 INTRODUÇÃO

A composição química de um alimento é determinada principalmente pelos percentuais dos macronutrientes, representados pelas proteínas, carboidratos, lipídios, a água, contidos no mesmo, e em menor proporção pelos micronutrientes com teores de minerais e vitaminas (KOBLOITZ, 2014), de forma que essas substâncias são de grande importância para manutenção da vida, ou seja, na estrutura e funcionamento dos organismos.

Não apenas como alimento, o maxixe (*Cucumis anguria* L.) possui outras propriedades e compostos, a exemplo da ação emoliente que é “uma classe bastante representativa e de grande importância para o desempenho sensorial de cosméticos” (PARENTE; GÁMBARO; ARES, 2008), além de outros constituintes de uso fitoterápico e com outros potenciais de uso.

Os estudos com o maxixe referentes à sua aplicação, que não seja na forma *in natura*, são incipientes, ocorrendo o mesmo no setor agroindustrial de alimentos. A existência de compostos tóxicos naturais em alimentos vegetais é relativamente comum, fato que denota a necessidade de se lançar mão de técnicas analíticas eficientes na detecção dessas substâncias (GARCIA et al., 2009). Em se tratando de alimento, é muito importante uma avaliação criteriosa do mesmo, em todos os aspectos, assegurando que este não trará nenhum prejuízo a saúde humana. Os testes de toxicidade, assim como os microbiológicos têm esse propósito e são amplamente usados, seja na indústria alimentar, assim como na farmacêutica, cosmética, etc.. Tendo em vista a presença das cucurbitacinas no maxixe, identificada como constituinte tóxico (VALENTE, 2004), submeter estas matrizes a teste de toxicidade faz-se necessário, para novas alternativas de aproveitamentos dessa espécie no campo alimentar.

Pretende-se com esse trabalho, dar identidade em termos de nutrientes e verificar a toxicidade dos maxixes (*Cucumis anguria* L.) comercializados e consumidos na região do Curimatáu - PB, contribuindo dessa forma com dados e informações escassas para esta espécie, vislumbrando novos usos dessa hortaliça.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo das características químicas, físico-químicas e toxicidade de frutos *in natura* do *Cucumis anguria* L., visando avaliar suas potencialidades de uso alternativo na alimentação humana.

2.2.2 Objetivos Específicos

Determinar pH, acidez titulável, teores de água, proteína bruta, lipídios, sólidos solúveis totais, carboidratos e fibra bruta em frutos do *C. anguria* L.;

Determinar o valor calórico dos frutos *in natura*;

Avaliar a toxicidade do extrato etanólico elaborado com o maxixe *in natura* frente à *Artemia salina* Leach, determinando a sua concentração letal a 50% (CL₅₀).

2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.3.1 Importância da Caracterização Química e Físico-Química de Frutas e Hortaliças

Estudos de caracterização química e físico-química de frutas e hortaliças são de importância ímpar, visto que podem fornecer dados referentes à presença ou ausência de determinados compostos e sua quantidade, como também estabelecer parâmetros de qualidade desses produtos, seja em condições *in natura*, seja nos processos de transformação desses alimentos, sobretudo, em relação às diferenças que podem ocorrer na composição destes, decorrentes de condições edafoclimáticas durante o cultivo. Nesse contexto, faz-se necessário definir o que é alimento e o que é nutriente. Segundo Koblitz (2014, p.2), os alimentos seriam “produtos de composição complexa que, em estado natural ou processados, são consumidos pelo homem para satisfazer suas necessidades nutritivas e sensoriais”, enquanto os nutrientes “são substâncias contidas nos alimentos que o organismo absorve, transforma e utiliza com a finalidade de obter energia e o material destinados à formação e a manutenção dos tecidos, e ao mesmo tempo regulam o funcionamento dos órgãos”.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), o maxixe *in natura* é constituído por 95,1% de umidade, 1,4 g de proteína, 0,1 g de lipídio, 2,7 g de carboidrato, 2,2 g de fibras, 0,7 g de cinzas, para os minerais cálcio 21 mg e magnésio 10 mg, energia 14 kcal. Além de ser um alimento pouco calórico possui significativo teor de minerais com destaque para o zinco (MODOLO; COSTA, 2003), vitaminas, carotenos, antioxidantes e fitoquímicos (PEREIRA et al., 2010; BENEVIDES et al., 2013; GILL; MAHAJAN; ARORA, 2014). São escassas as referências na literatura que enfoquem a composição centesimal da espécie. Com propósito de contribuir com os estudos referentes ao maxixe foi lançando mão de técnica bromatológicas, campo da ciência que estuda analiticamente a composição dos alimentos, se tornando pertinente um embasamento teórico dos parâmetros aqui considerados, apresentados a seguir.

2.3.1.1 pH

O pH de uma substância ou alimento é a medida da concentração dos íons de hidrogênio (H^+) presente nestes, o mesmo varia numa escala de 0 a 14. Quanto mais elevada a concentração de H^+ menor será o pH. Substâncias com pH menor que 7 são classificadas como ácidas, substâncias com pH maior que 7 são classificadas como básicas e as próximas a

7 são consideradas neutras. Uma característica nos alimentos de caráter ácido é o sabor azedo, e nos alimentos de caráter básico é o sabor adstringente. Na maioria dos alimentos o pH encontra-se num intervalo de 5,0 a 6,5 a exemplo das carnes, pescados e alguns vegetais. Dada sua importância foi estabelecida uma classificação dos alimentos em função do pH, abrangendo três grupos: pouco ácido (pH > 4,5), ácido (pH 4,0 – 4,5) e muito ácido (pH < 4,0) (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

O pH é um parâmetro intrínseco, inerente as características do alimento, este pode facilitar ou ser uma barreira ao contágio e/ou desenvolvimento dos contaminantes de natureza microbiana. Comporta-se como um importante fator limitante do desenvolvimento de alguns tipos de micro-organismos deteriorantes ou patogênicos dos alimentos (FELLOWS, 2008).

2.3.1.2 Acidez

É um parâmetro indicativo do estado de conservação de um alimento (OLIVEIRA et al., 1999). Nos processos de decomposição dos alimentos, seja este por hidrólise, fermentação ou oxidação, geralmente a concentração dos íons H^+ é alterada, resultando na alteração da acidez (IAL, 2008). Segundo Oliveira et al. (1999), os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo dos frutos sendo muito importante no aspecto sensorial, com efeito sobre o sabor e odor. Os ácidos orgânicos estão em grandes quantidades em grande parte das frutas e hortaliças, sendo os ácidos cítrico e o málico os mais abundantes nas frutas, os teores de ácidos costumam decrescer com a maturação, pois são usados no processo de respiração, e também são convertidos em açúcares (KOBELITZ, 2014).

2.3.1.3 Sólidos Solúveis Totais (SST ou °Brix)

Os sólidos solúveis, aferidos por meio de refratometria, são parâmetros utilizados para quantificar os açúcares em frutos, sendo indicativo do grau de maturidade. São formados por compostos solúveis em água, sendo constituído por diversas substâncias como: açúcares, vitamina C, ácidos e algumas pectinas (OLIVEIRA et al., 1999).

Parâmetros químicos como SST, acidez e pH podem ser utilizados em estudos de qualidade de frutos, podendo ser indicativo do tempo de colheita, visto que há uma relação entre estes e o estágio de maturação do fruto (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Na produção agrícola, índices de pluviosidade durante a safra, fatores climáticos, variedade da cultivar, condições de solo etc., podem influenciar nas variações dos sólidos solúveis (OLIVEIRA et al., 1999).

2.3.1.4 Teor de Água

Dentre as substâncias que compõem os seres vivos a água é o componente majoritário e, portanto, nos alimentos varia entre 60 e 70% nas carnes e entre 90 e 95% nas hortaliças. Sua presença nos alimentos em quantidades adequadas e com localização definida é essencial para conferir qualidade aceitável para o consumidor e é o fator individual que mais exerce influência na alteração dos alimentos (PEREDA, 2005).

A umidade representa a água presente no alimento, é classificada em: umidade de superfície, água que se encontra na superfície externa, mais fácil de ser removida; e a água adsorvida, ou água ligada, presente no interior do alimento, mas que quimicamente não se combina com o mesmo (IAL, 2008).

A água é um nutriente essencial para o organismo humano, tem função de solvente universal imprescindível nos processos metabólicos; manter a temperatura corporal; manter o volume das células e a pressão osmótica dos fluidos corporais; e atuar como reagente de inúmeras reações metabólicas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

2.3.1.5 Proteínas

As proteínas participam com menos de 1% na composição das frutas, já nas hortaliças esse percentual varia entre 2 e 5% (KOBELITZ, 2014). Estão entre as principais macromoléculas com papel importante na célula e, conseqüentemente, no organismo. Quanto ao papel biológico, as proteínas desempenham função catalisadora das reações químicas dos organismos, por meio das enzimas, uma classe específica de proteínas; têm função transportadora; participam dos mecanismos de contração; apresentam função protetora contra infecções por vírus e bactérias, por meio das imunoglobulina e interferon; estão associadas na produção de hormônios, controlam e regulam a transcrição gênica; e têm função estrutural (COUTINHO; MENDES; ROGERO, 2007a).

São constituídas por subunidades monoméricas, denominadas aminoácidos, estes são classificados em indispensáveis (essenciais) e dispensáveis (não-essenciais), os primeiros

não são sintetizados pelo o organismo, sendo necessária a ingestão desse nutriente por meio dos alimentos. Os organismos necessitam de um suprimento regular dessas moléculas para manter sua homeostase (COUTINHO; MENDES; ROGERO, 2007a).

A determinação do teor de proteína bruta em um alimento é obtida em função da determinação do nitrogênio, geralmente, pelo método Kjeldahl, em que a matéria orgânica amostrada é decomposta e o nitrogênio convertido em amônia. Há uma relação que estabelece que o conteúdo de nitrogênio nas proteínas corresponde a 16%, a este valor aplica-se um fator de correção que converte a quantidade de nitrogênio encontrado em quantidade de proteína (IAL, 2008).

2.3.1.6 Lipídios

No âmbito nutricional os lipídios são conhecidos como gorduras, contendo alto valor energético, o que caracteriza o grupo é a sua propriedade de ser insolúvel em água e solúvel em solventes orgânicos (éter, clorofórmio, metano, hexano, etc.), devido suas cadeias longas apresentarem uma cauda hidrofóbica e uma cabeça hidrofílica (BASSO, 2007).

Na obtenção do teor de lipídios nos alimentos, a extração resultante contém demais elementos (ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, as lecitinas, as ceras, os carotenóides, a clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas A e D, óleos essenciais etc.) e não apenas o lipídio, pois o solvente utilizado normalmente arrasta outros componentes, em pequenas quantidades, que tenham afinidade com o mesmo. Em pequenas proporções os componentes não afetam significativamente a determinação, mas se estiverem em proporções maiores é mais adequado tratá-la como extrato etéreo (IAL, 2008).

Quanto à função biológica certos lipídios são usados como fonte de energia (ácidos graxos) pelos organismos; participam da síntese de hormônios e lipoproteínas; fazem parte de constituintes das membranas celulares, organelas subcelulares e outros elementos estruturais das células; carregam vitaminas lipossolúveis; influenciando na boa palatabilidade dos alimentos (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

2.3.1.7 Carboidratos

O percentual de carboidratos presentes nos vegetais oscila entre 2 e 40% nos tecidos de hortaliças e frutas, nas cucurbitáceas esses teores podem ser bastante reduzidos

(KOBBLITZ, 2014). Os carboidratos, hidratos de carbono ou glicídios são fontes de energia, reserva energética armazenada em forma de amido nos vegetais e de glicogênio nos animais. Os carboidratos insolúveis exercem papel estrutural e protetor nas paredes celulares dos vegetais, bactérias e em tecidos conectivos nos animais. Grupos mais complexos associam-se aos lipídios e proteínas para formarem os glicolipídeos e a glicoproteínas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010b). Nas frutas maduras encontram-se os açúcares mais simples como a frutose, glicose e sacarose, ao passo que o amido está mais presente em algumas frutas e hortaliças mais imaturas (KOBBLITZ, 2014).

2.3.1.8 Fibras

A fibra é uma forma de carboidrato encontrado nas frutas e hortaliças, são compostas por celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas (KOBBLITZ, 2014). Há controvérsias no meio científico quanto à uma definição para as fibras, de modo que esta ficou subdividida em fibras dietéticas (não digeríveis e ligninas, intrínsecos e intactos nos vegetais), fibras funcionais (não digeríveis isoladas, podem ter ação benéfica para saúde) e fibras totais (somatório das anteriores) (COUTINHO; MENDES; ROGERO, 2007b). Quanto ao papel biológico, as fibras possuem como principal função retardar o esvaziamento gástrico como também a velocidade do trânsito intestinal, com várias implicações no metabolismo digestivo (FRANCO, 2008).

No processo de maturação dos vegetais as fibras são convertidas em compostos mais simples e mais solúveis, com efeito na textura das frutas e de algumas hortaliças (KOBBLITZ, 2014).

2.3.1.9 Energia

O valor energético de um alimento é aferido em uma unidade denominada caloria, sendo definida como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água em 1 °C. As quantidades de calorias necessárias ao bom funcionamento do organismo, obtidas pela ingestão dos alimentos, variam segundo o sexo, a idade, o grau de atividade física do indivíduo e até pelas condições climáticas do ambiente (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

2.3.1.10 Cinzas e Elementos Minerais Individuais

As cinzas são resultantes da incineração da amostra, submetido a elevado aquecimento, é um indicador das substâncias inorgânicas na amostra, embora possa ocorrer diminuição ou volatilização de alguns sais, em decorrência do aquecimento (IAL, 2008). Pode sinalizar a abundância de minerais em uma amostra, seja ela de origem vegetal ou animal, portanto, para análises minerais mais específicas a determinação das cinzas é o ponto inicial (MORETTO; DISTEL; DIDONE, 2001). Teores de cinzas em níveis elevados podem sugerir a presença de adulterantes na amostra (MADUREIRA, 2011).

Os minerais são nutrientes essenciais com funções importantes no metabolismo, necessários em quantidades reduzidas no organismo, seu aporte pode vir de diversificados grupos de alimentos, deve ser observada a combinação dos alimentos para que não afete a sua biodisponibilidade (GALANTE; NOGUEIRA; MARI, 2007). Os minerais são divididos em macrominerais, com necessidade diária superior a 100 mg, e microminerais ou elementos traços, cuja necessidade diária é inferior a 15 mg (MAHAN et al., 2012). O cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) são os principais minerais existentes em frutas e hortaliças, enquanto ferro (Fe), cobre (Cu), cobalto (Co), manganês (Mn), zinco (Zn), iodo (I) e molibidênio (Mo) são encontrados em frações muito pequenas. O K é o elemento mais encontrado nas frutas, em geral, está ligado a um ácido orgânico, altos níveis desse mineral pode está associado ao aumento da acidez e também a melhora na coloração de frutas. O Mg participa da síntese de clorofila, o fósforo (P) compõe proteínas nucleares e citoplasmáticas, atua no metabolismo dos carboidratos, em níveis elevados pode reduzir a acidez de alguns frutos (KOBLOITZ, 2014). Segundo Franco (2008) no corpo humano os minerais representam apenas 4% de sua composição, destes 1,5% corresponde ao Ca, 1% ao P e 1,5% aos demais minerais. Algumas funções dos minerais são participar da formação de ossos e músculos, atuar como co-fatores de inúmeros processos enzimáticos, transporte de oxigênio; equilíbrio ácido-base, processos digestivos, coagulação do sangue etc.

2.3.2 Teste de Toxicidade

A aplicação de testes de toxicidade são ferramentas úteis na avaliação ou prognósticos dos efeitos tóxicos de uma substância sobre os sistemas biológicos, como também no dimensionamento da toxicidade relativa da mesma (FORBES; FORBES, 1994). Um teste de referência é o bioensaio proposto por Meyer et al. (1982), o método utiliza

naúplios do microcrustáceo *Artemia salina* Leach, a fim de detectar os níveis de letalidade de determinados composto bioativos em extratos vegetais (MEYER et al., 1982).

A *A. salina* Leach se apresenta como bom bioindicador de toxicidade, também usadas em testes citotóxicos, por serem capazes de produzir cistos dormentes fáceis de serem armazenados, sem comprometer a sua viabilidade, e sem necessidade de se manter uma cultura contínua destas (LIMA et al., 2009). Outras vantagens no uso de *A. salina* como organismo-teste é sua fácil manipulação e custo reduzido (CALOW, 1993). O uso do bioensaio com *A. salina* já é reconhecido no meio científico como um método considerado seguro, prático e economicamente viável na determinação de bioatividade de produtos vegetais (SUBHAN, 2008; GARCIA et al., 2009).

O teste de toxicidade consiste em preparar um extrato com o material a ser testado, a partir deste se preparam soluções diluídas em diferentes concentrações em ppm, que depois serão aplicadas as *A. salina*, para se verificar o índice de mortalidade. Segundo classificação estabelecida por Meyer et al. (1982) quando o valor de $CL_{50} < 1000$ ppm o extrato é considerado tóxico, para valores de $CL_{50} > 1000$ ppm o extrato é não tóxico, CL_{50} ou DL_{50} refere-se a concentração letal ou dose letal mediana que pode causar a morte em 50% dos organismo (BRASILEIRO et al., 2006).

Outra classificação para níveis de toxicidade é citado por Bussmann et al. (2011), seja para os extratos etanólicos ou aquosos, de forma que valores de CL_{50} menores que 249 $\mu\text{g/mL}$ apresentam alta toxicidade, CL_{50} entre 250 e 499 $\mu\text{g/mL}$ apresentam toxicidade moderada, CL_{50} entre 500 e 1000 $\mu\text{g/mL}$ apresentam toxicidade leve, e CL_{50} acima de 1000 $\mu\text{g/mL}$ são considerados atóxicos.

2.3.3 Breve Perfil do Potencial Fitoquímico e Medicinal do Maxixe

Os vegetais são fontes ricas de fitoquímicos, constituintes ativos com papel de defesa nas plantas. Vários compostos bioativos são citados para o *Cucumis anguria* L. tais como alcalóides, flavonóides, esteróides, taninos, saponinas, curcubitacinas B, D e E, com antraquinonas e saponinas com atividade antifúngica e antibacteriana e antioxidante verificados no extrato etanólico das sementes (MAHAJAN, 2014; MAHAJAN; GILL; ARORA, 2014).

Foi encontrado em folhas de *Cucumis anguria* selvagem níveis apreciáveis de alcalóides ($3,5 \pm 0,02$), flavonóides ($20,3 \pm 0,09$), taninos ($2,7 \pm 0,03$), carotenóides, ($47,8 \pm$

0,06), esteróides ($5,5 \pm 0,07$), antocianinas ($10,3 \pm 0,02$) em percentual de peso em base seca (DZOMBA; MUPA, 2012).

Compostos fenólicos totais, que parte se apresentam na forma de ésteres ou heterosídeos, foram encontrados em teores consideráveis por Pereira et al. (2010) no extrato aquoso e etanólico de maxixe, com demonstração do poder destes constituintes no combate aos radicais livres, principalmente no extrato alcoólico. A busca por antioxidantes naturais em frutas e hortaliças para formulação de fitoterápicos, em substituição aos sintéticos está em evidência, uma das razões é o efeito carcinogênico destes últimos (PEREIRA et al., 2010).

É característica das cucurbitáceas apresentarem um sabor amargo, dado pela presença das cucurbitacinas que é um metabólito secundário tóxico, um terpenoide tetracíclico, cuja função é evitar a herbivoria, que também está relacionado com a co-evolução de besouro pepino (CHAMBLISS; JONES, 1966). A elas são associadas o efeito purgativo, anti-emético e anti-helmíntico (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997). O grande interesse que essas substâncias têm despertado está relacionado principalmente à sua toxicidade e ao seu amplo espectro de atividades biológicas. Miró em 1995 destacou as atividades citotóxica, antitumoral, anti-inflamatória, antifertilizante, fago-repelente, hepato protetora e curativa e antimicrobiana como as mais significativas (VALENTE, 2004). Entretanto, um estudo realizado com o extrato aquoso do fruto revelou que o mesmo é não citotóxico, é um antioxidante discreto e com atividade hipoglicemiante aguda considerável (MORETONI, 2008), comprovando o seu uso na medicina popular.

Segundo Dzomba e Mupa (2012), *Cucumis anguria* são usados tradicionalmente como pesticidas naturais em campos de cultivo no Zimbábue.

Na Tanzânia há relatos que a lavagem com a planta selvagem é usada para tratar dor de estômago. Praticantes da medicina tradicional consideram os frutos amargos como venenosos e o suco do fruto do maxixe é usado para tratamento séptico de feridas no gado. Nas Américas, os usos são variados, incluindo a decocção da raiz no tratamento de problemas estomacais no México, e para reduzir edema em Cuba. O fruto é comido para tratar icterícia em Curaçao, e preparações do suco das folhas são aplicadas para tratar sardas em Cuba. Na Colômbia problemas renais são tratados com a decocção, onde se acredita que o fruto comido cru dissolve pedras nos rins. O fruto é aplicado em hemorróidas em Cuba e as folhas depois de terem sido mergulhadas em vinagre são usadas contra micoses (BATES; ROBINSON; JEFFREY, 1990).

Ao quantificar a concentração de fatores antinutricionais, compostos cuja presença pode reduzir a biodisponibilidade de determinados nutrientes, como o tanino e

oxalatos em feijão verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), feijão andu (*Cajanus cajan*, (L.) Mill SP), maxixe (*Cucumis anguria* L.) e jiló (*Solanum gilo* Raddi), por meio de tratamento térmico (branqueamento) e armazenamento em conserva destas hortaliças, verificou-se no maxixe *in natura* os menores teores dessas substâncias e pós-tratamento o tanino ainda reduziu 17,4% contra 8,4% no jiló, sendo menor a redução do oxalato para o jiló (BENEVIDES et al., 2013). Mesmo assim, os autores destacam benefícios dessas substâncias como vasodilatadora, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória com efeitos preventivos em cardiopatias, câncer e envelhecimento, o que requer maiores estudos para o melhor aproveitamento desses compostos numa dieta.

Embora escassa a literatura que não aborde apenas aspectos agrônômicos da espécie, existem alguns estudos que apontam para as propriedades medicinais do maxixe, dentre elas a ação emoliente, anti-helmíntica, anti-hemorroidal, antiemética e laxativa (NASCIMENTO; NUNES; SILVA, 2010). O elevado teor de zinco confere ao maxixe propriedades como: redutor do colesterol, preventivo em doenças na próstata e cicatrizante (SOUSA; LIMA; LIMA, 2015).

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité. As análises e teste toxicológico realizadas com o maxixe foram executadas nos Laboratórios de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e Laboratório de Bromatologia (LABROM). A aquisição dos maxixes foi feita conforme descrito no item 1.4.1 do Capítulo 1. Foram selecionados os frutos que visualmente apresentaram aspecto: firme, que não tinham atingido estágio de maturação, isentos de manchas, infestações por pragas, atrofiamento, danos mecânicos, presença de fungos e demais sujidades. Os maxixes depois de selecionados foram lavados em água corrente com auxílio de uma escova, depois higienizados em solução de hipoclorito e água (200 ppm), por 15 min e lavados em água corrente novamente. Posteriormente, foram cortados em quantidade suficiente para que se efetuassem as análises em triplicata ou para eventuais repetições, tomando-se os devidos cuidados quanto à conservação das amostras (IAL, 2008).

2.4.1 Caracterização Química

As análises químicas obedeceram, em sua maioria, aos procedimentos e determinações estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com exceção para a determinação de lipídios e minerais, que seguiram outras metodologias referenciadas a seguir.

2.4.1.1 Determinação de Teor de Água, Acidez Titulável e pH

A determinação do teor de água foi obtida através do método gravimétrico por meio de secagem da amostra direta em estufa de secagem Biopar, Mod. S80ST, a 105 °C, até peso constante (IAL, 2008).

A acidez titulável foi determinada por titulação da amostra em solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 M (IAL, 2008).

O pH foi aferido por processo eletrométrico em potenciômetro fixo METROhm, Mod. 744 (IAL, 2008).

2.4.1.2 Determinação dos Macronutrientes (lipídeos, proteínas, carboidratos e fibra)

O teor de lipídio foi determinado conforme o método Folch, utilizando como solventes orgânicos uma solução de clorofórmio e metanol, na proporção 2:1 (FOLCH; LESS; STANLEY, 1957)

A determinação de proteínas foi feita de acordo com o método Kjeldahl, que consiste em três etapas: digestão, destilação e titulação. Foi utilizado o fator de conversão 5,75 (IAL, 2008).

Os carboidratos totais foram determinados por diferença entre o somatório dos teores de água, cinzas, proteínas, lipídios e o total (IAL, 2008). A fibra bruta foi obtida pelo método gravimétrico (AOAC, 1990).

2.4.1.3 Determinação de °Brix

O grau °Brix foi obtido mediante a medida do índice de refração, para tanto se utilizou refratômetro de Abbé, com escala graduada de °Brix (IAL, 2008).

2.4.1.4 Determinação de Cinzas e Elementos Minerais por EDX

O teor de cinzas foi obtido pela incineração da amostra em mufla previamente aquecida a temperatura de 550 °C por 4 horas (IAL, 2008).

A partir das cinzas, os minerais individuais foram quantificados por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva. O equipamento utilizado foi o Shimadzu EDX-720 (EDX). As amostras na forma de pó foram depositadas em cubetas coberta por um filme de polipropileno de 5 µm de espessura, e, posteriormente, foram submetidas a vácuo. Foram estabelecidas as seguintes condições de operação do equipamento, tensão do tubo de 15 keV (Na a Sc) e 50 keV (Ti a U) e com um colimador de 10 mm, com um detector de estado-sólido Si (Li) com resfriamento por nitrogênio líquido. O equipamento conectado a um terminal de computador gerou um relatório com as frações de minerais detectados na amostra. O perfil dos minerais foi expresso em %.

2.4.2 Caracterização Físico-Química

2.4.2.1 Determinação de Energia

O valor calórico das amostras foi calculado a partir dos teores da fração protéica, lipídica e de carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão 4,0; 9,0 e 4,0 kcal, respectivamente, conforme Oliveira e Marchini (1998).

2.4.3 Teste de Toxicidade

Realizou-se teste de toxicidade com o fruto inteiro *in natura* e com a casca do maxixe, usando náuplios do microcrustáceo *A. salina* Leach como organismo teste, de acordo com o protocolo adaptado de Meyer et al. (1982). Desta forma, pôde-se determinar a concentração letal (CL₅₀) dos extratos etanólicos, numa proporção 1:10 (m/v), dos frutos e das cascas do maxixe como parâmetro de toxicidade. A partir dos extratos foram preparadas cinco diluições com as concentrações 1.500, 1000, 500, 100 e 50 ppm. Depois 10 larvas de *A. salina* foram transferidas para tubos com solução salina e soluções a serem testadas. Após 24 h foram feitas as contagens dos organismos mortos, para depois se calcular o CL₅₀. O controle negativo continha apenas solução salina e *A. Salina*.

2.4.4 Análise dos Dados

Foram calculadas as médias, com os respectivos desvios padrão utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows.

Para o teste de toxicidade os dados foram analisados pelo Probit com o software *Statistica* 8.0, considerando o intervalo de confiança a 95%, para se calcular o CL₅₀ das amostra.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Caracterização Químicas e Físico-química

Os resultados das análises químicas e físico-química para o maxixe comercializado e consumidos na região do Curimataú Paraibano estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 2.1 – Características químicas e físico-químicas dos maxixes (*Cucumis anguria* L.) *in natura* comercializado na região do Curimataú – PB.

Parâmetros	Médias e desvios-padrão
Teor de água (%)	92,65 ±0,17
Acidez Titulável(%)	2,50 ±0,14
°Brix (%)	1,66 ±0,00
pH	5,06 ±0,03
Carboidrato (%)	6,62 ±0,50
Lipídios (%)	0,43 ±0,02
Proteína Bruta(%)	0,24 ±0,00
Fibra Bruta (%)	21,47 ±0,75
Cinzas (%)	0,78±0,04
Energia (kcal/100 g)	27,86 ±0,09

Os maxixes *in natura* comercializados no Curimataú paraibano se apresentam como uma hortaliça com elevado teor de água (92,65%). Valores próximos foram encontrados por Lima et al. (2006) no estado Sergipe e pela TACO (2011), de 93,94% e 95,10% respectivamente. Alimento rico em água, como o pepino (*Cucumis. sativus* L.) que possui cerca de 95%, uma cucurbitácea como o maxixe, desempenham importante papel na eliminação de resíduos e toxinas do organismos (ALAM, 2016). Amostras com alto teor de umidade como o maxixe são considerados alimentos com alta perecibilidade, também apresentam elevada atividade de água, entorno de 0,98, nesta faixa encontram-se a maioria dos alimentos frescos, incluindo-se as frutas e hortaliças consequentemente, são muito suscetíveis ao ataque de micro-organismos (GAVA, SILVA; FRIAS, 2010). Submeter esse tipo de matriz a desidratação poderá minimizar a sua degradação, resultando em melhor

aproveitamento dos nutrientes, aumentar a vida de prateleira e reduzir as altas perdas, muito comum em alimentos com uso apenas *in natura*.

Foi obtido um teor de sólidos totais de 1,66 °Brix, e uma acidez titulável de 2,50%, sugerindo uma baixa quantidade de ácidos orgânicos. Durante a maturação dos frutos, os ácidos orgânicos são convertidos em açúcares. Isto explicaria o baixo teor de açúcar do maxixe em virtude da baixa quantidade de ácidos orgânicos disponíveis para que se desse essa conversão. Os maxixes desta pesquisa, mesmo em diferentes estágios de maturação, apresentaram baixos teores de °Brix.

O pH na ordem de 5,06 foi similar ao pH 5,36 encontrado por Nascimento, Nunes e Silva (2010) ao realizarem avaliação química e sensorial de conserva de maxixe, e estes autores afirmaram que valores muito baixos para esse parâmetro afetam o atributo sensorial paladar, restringindo sua utilização, implicando num produto de sabor excessivamente ácido. Segundo Lima et al. (2006), valores de pH menores que 4,5 classificam as hortaliças como alimento de acidez moderada, o que favorece a perecibilidade. O valor de pH encontrado nesta pesquisa aponta o maxixe como um produto de elevada perecibilidade, comum a maioria da hortaliças.

Os teores de carboidratos, lipídios e proteínas determinados nesta pesquisa foram baixos 6,62%, 0,43% e 0,24%, respectivamente. Entretanto, foram superiores aos quantificados pela TACO (2011), quanto a carboidratos (2,7%) e lipídios (0,1%); e inferior apenas quanto a proteína (1,4%); muito superiores aos valores de Franco (2008), que encontrou 1,0%, 0,06% e 0,14%, respectivamente; e Lima et al. (2006) que avaliou 1,58% para carboidrato. Estas diferenças podem ser condicionadas por diversos fatores como características de solo e clima, formas de cultivo ao qual a planta foi submetida, a espécie cultivada, condições do pós-colheita dentre outras já mencionadas neste trabalho (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

Para as fibras foi encontrado um teor de 21,87%, enquanto Lima et al. (2006) obteve como resultado de apenas 0,94%, e na TACO (2011) verificou-se teor de 2,2%. Uma dieta rica em fibras reduz a constipação, implicando em efeitos benéficos sobre hemorróidas, diverticulite e varizes; protegem contra câncer de cólon; quando associada a menos gorduras pode reduzir a incidência de câncer e doenças cardiovasculares, que juntas representam mais de 80% das mortes prematuras no Brasil; auxiliar na perda de peso, reduzir os níveis de colesterol, regular a hipertensão e a diabetes *mellitus* (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008). Este quadro justifica a ingestão diária de 25g/dia de fibras pela população, recomendada pelos órgãos de saúde (BRASIL, 2008), a fim de diminuir o risco de

desenvolvimento dessas patologias. Nas matrizes de maxixe utilizados nesta pesquisa verificou-se que em 100g de maxixe, são disponíveis 21,87g de fibras, uma ótima fonte de fibras, pois este valor representa 87,5% da porção recomendada para ingestão diária para um adulto, o que suscita estímulos à população para aumentar o consumo dessa hortaliça ou o desenvolvimento de produtos derivados que conservem essas propriedades, que aumentem sua disponibilidade. Na América do Sul o consumo médio de fibras é de 15g/dia, já a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda a ingestão de 25 a 40g/dia, sendo observado que o baixo consumo ocorre em todas as classes sociais, sendo atribuído aos maus hábitos alimentares da população (SANTANGELO, 2006).

Não foi objetivo deste estudo identificar e/ou quantificar os ácidos graxos do maxixe, mas segundo a literatura, por meio de cromatografia de massa foi encontrado um teor de 23,3% de óleo nas sementes de um tipo de *C. anguria* selvagem juntamente com 46 cultivares de pepino (*C. sativus*) (NGURE et al., 2015). Os seguintes ácidos graxos foram identificados por Nagure e colaboradores, quando relacionaram a produção dessas substâncias com as estações do ano: linoleico, palmítico, oleico, esteárico, linolénico, behênico, araquidíco, lignocérico, eicosenóico, palmitoleico e mirístico, além de outros não identificados. Os ácidos palmítico, esteárico, oléico e linoléico são compostos presentes em óleo de semente de frutos de maxixe selvagem, de forma amarga, apresentados por Pessarakli (2016). Pode-se presumir, pela similaridade que há entre as espécies, que alguns desses ácidos estejam presentes nas sementes dos maxixes analisados nesta pesquisa, e possivelmente em teores significativos, visto que as sementes representam 32,86% da massa dos frutos, determinados neste trabalho (item 1.5 do Capítulo 1). Fato que enseja estudos fitoquímicos com o maxixe, visto que os autores (NGURE et al., 2015) apontam as potencialidades desses óleos para uso em produtos farmacêuticos, industriais, cosméticos, inseticidas e como óleo comestível.

O teor de cinzas de 0,78% foi próximo ao teor apresentado para maxixe *in natura* na TACO (2011) - 0,70%; e quase o dobro do determinado por Lima et al. (2006), que foi de 0,42%. Este parâmetro indica a quantidade de minerais presentes e também é uma medida geral de qualidade (CHAVES et al., 2004). Amostras com elevados teores de cinzas podem sinalizar possíveis adulterações na mesma (MADUREIRA, 2011).

O maxixe é considerado um alimento pouco calórico. Neste trabalho a caloria determinada foi de 27,86 kcal/g, um valor intermediário entre o da TACO (2011), que obteve 14 kcal/g e o de Lima et al. (2006), que foi de 30,52 kcal/100g, valores muito diferentes.

Diferenças ocorridas possivelmente em virtudes da espécie analisada, formas de cultivo, condições edafoclimáticas, entre outras variáveis.

Na Tabela 2.2 são apresentados os constituintes minerais aferidos na análise do maxixe *in natura*, com teores mais pronunciados para o K, o Ca, o P e o Mg, estes resultados corroborando os dados da TACO (2011), que também determinou os maiores teores para estes minerais no maxixe. Os macrominerais K e Ca estão entre os mais encontrados em frutas e hortaliças (KOBLITZ, 2014). Logo, a presença e proporção destes elementos, ratificam o que menciona a literatura.

Tabela 2.2 - Composição dos minerais presentes no maxixe (*Cucumis anguria* L.) *in natura* comercializado na região do Curimataú – PB.

Minerais	Teores (%)
K	66,66 ±0,84
Ca	16,34 ±0,62
P	2,09 ±0,04
Fe	1,16 ±0,13
Mg	0,88 ±0,05
Mn	0,27 ±0,02
Zn	0,15 ±0,01
Cu	0,11 ±0,01
Outros	12,34

Assim como a TACO (2011), esta pesquisa identificou o Fe como o principal micromineral, seguidos do Mn, o Zn e o Cu, que se mostraram em menor proporção no maxixe.

Os minerais K e Mg ajudam a regular a pressão arterial, o relaxamento do nervos, músculos e a boa circulação sanguínea (ALAM, 2016). O Ca, quinto mineral mais abundante no corpo, participa majoritariamente na composição dos ossos e dente, em menor quantidade no sangue e tecidos moles (FRANCO, 2008). O P tem íntima ligação com o cálcio, compondo assim a estrutura de ossos e dentes; exerce inter-relação com lipídios, proteínas e glicídios na produção de energia, como também na formação e reparação de tecidos; atuação na contração muscular; destaca-se na manutenção do equilíbrio ácido-base. São decorrentes de sua deficiência no organismo, o surgimento de: osteoporose, dores ósseas, osteomalácia,

pseudofraturas, miopatias, hipoparatiroidismo, hipoglicemia, resistência a insulina, delírio, perda de memória, anorexia e taquicardia (FRANCO, 2008).

O Fe tem sua maior concentração na hemoglobina do sangue (70%), o restante encontra-se em compartimentos como: tecidual, de transporte e o *pool* lábil de ferro (GALANTE, NOGUEIRA, MARI, 2007). O Mg é o segundo mineral mais abundante nos fluídos intracelulares, tem papel-chave em diversas funções do metabolismo orgânico, tem forte ligação ao adenosina trifosfato (ATP), nucleotídeos e complexos enzimáticos (SILVA; SEGURO, 2002); interagem com o Ca na contração muscular, coagulação do sangue, regulação da pressão e funcionamento dos pulmões, atua no sistema de defesa e prevenção de cáries dentais, pois fixa o Ca no esmalte dos dentes (GALANTE, NOGUEIRA, MARI, 2007).

A literatura confere ao maxixe altos teores de Zn, que possui papel biológico importante no fortalecimento do sistema imunológico e atribui ao maxixe propriedades como: redutor do colesterol, preventivo em doenças na próstata e cicatrizante (MORETONI, 2008; NASCIMENTO; NUNES; NUNES, 2011). O Zn participa da função de mais 300 enzimas no organismo; encontra-se em todos tecidos, órgãos, fluidos e secreções do corpo (GALANTE, NOGUEIRA, MARI, 2007). O zinco é perdido do organismo por meio dos rins, da pele e do intestino (MAFRA; COZOLLINO, 2004). Exerce importantes funções: na expressão gênica; sistema imunológico; hormônios do crescimento; sistema reprodutivo; manutenção do sistema nervoso central; atua sobre o paladar e o apetite entre outras. Deficiências graves de zinco em humanos implicam em: retardo no crescimento; atraso na maturação sexual e dos ossos; lesões de pele; diarreia; alopecia, apetite prejudicado; propensão a infecções decorrentes de defeitos no sistema imune; e alterações comportamentais, no aprendizado e memória etc. (FAO, 2004; MAFRA; COZZOLINO, 2004).

Os resultados obtidos confirmam que o maxixe é um alimento rico em minerais.

2.5.2 Teste de Toxicidade

Na Tabela 2.3 estão os resultados referentes ao teste toxicológico realizados com o fruto inteiro e com a casca do maxixe, sendo estas últimas incluídas tendo em vista que nelas estão presentes as cucurbitacinas. Nas Cucurbitáceas são encontradas as cucurbitacinas, metabólitos secundários do grupo dos terpenos, cuja biossíntese origina-se pela via do ácido mevalônico, que são as substâncias que conferem o sabor amargo às espécies do gênero *Cucumis*. Embora estejam presentes em outras famílias botânicas, as cucurbitacinas são

encontradas predominantemente na família Cucurbitáceae e são reconhecidas como constituintes tóxicos das plantas desta família (VALENTE, 2004). Entre as Cucurbitáceas há a forma amarga e não amarga dentro da mesma espécie, e em *C. anguria*, destaca-se como princípio amargo a cucurbitacina B ($C_{32}H_{48}O_8$), com uma quantidade muito menor de cucurbitacina D ($C_{30}H_{46}O_7$) e traços de cucurbitacinas G e H (PESSARAKLI, 2016).

Tabela 2.3 - Teste da toxicidade do maxixe (*Cucumis anguria* L.) *in natura* (MEYER et al, 1982).

Amostra	CL ₅₀ (ppm)	Limite de Confiança %		Toxicidade
		- 95	+ 95	
Fruto inteiro	17.110,28	15.720,69	18.499,87	negativa
Casca	1.565,94	1.417,61	1.714,26	negativa

Segundo Miro (1995) apud Valente (2004) o grande interesse em estudar as cucurbitacinas envolve duas questões: sua toxicidade e seu leque de atividades biológicas. Este autor enfatizou sua marcante atividade citotóxica, antitumoral, anti-inflamatória, antifertilizante, fago-repelente, hepato-protetora, curativa e antimicrobiana.

Tendo em vista que os valores obtidos para o uma concentração letal em 50% do *A. salinas*, num intervalo de confiança a 95%, foram CL₅₀ >1000 ppm em ambas as amostras, estes resultados confirmam a não toxicidade dos frutos de *C. anguria*, conferindo a estes o *status* de alimento livre de toxicidade em seu estado *in natura*. Ao tempo que, revelam que as cascas do maxixe numa alta concentração podem conter algum grau de toxicidade, dado a maior proximidade do CL₅₀ = 1.565,94 ppm destas com a CL₅₀ =1000 ppm, que se apresenta como valor limítrofe entre o tóxico e o não tóxico. Possivelmente, esse resultado pode ser atribuído as cucurbitacinas, que apresentam elevada toxicidade e estão entre as substâncias amargas mais conhecidas, cujo amargor aumenta e é mais acentuado com o amadurecimento, ocorrendo principalmente em formas selvagens de *C. anguria* (PESSARAKLI, 2016). É importante enfatizar que os *Cucumis anguria* L., cultivados e comercializados no Brasil, são de populações com forma não amarga, comestível, diferentes das populações africanas que lhe deram origem (PEREIRA et al., 2010), cujos resultados de toxicidade negativa (CL₅₀=17.110,28 ppm) aqui apresentado corroborando com essa premissa.

2.6 CONCLUSÃO

Os maxixes comercializados na região do Curimataú apresentaram resultados condizentes com os encontrados na literatura que colocam o maxixe como alimento pouco calórico (27,86%) e com alto teor de água (92,65%); embora os teores de carboidratos, proteínas e lipídios determinados tenham sido baixos, foram superiores a outras fontes citadas, cujos resultados podem ser atribuídos a fatores edafoclimáticos, condições de cultivos, a espécie ou variedade analisada, métodos de análises entre outros. No entanto, apresentou significativo teor de fibras (21,47%).

O maxixe avaliado neste estudo pode ser considerado uma ótima fonte de minerais, com destaque para o potássio, cálcio e fósforo, seguido do ferro, magnésio e zinco.

O teste de toxicidade realizado foi negativo para o maxixe *in natura*, com um CL₅₀ de 17.110,28 ppm.

REFERÊNCIAS

ALAM, A. Night time temperature and daytime irradiance on photosynthesis and growth of cucumber : potential and possibilities for energy saving. 2016. **Norwegian University of Life Sciences**, 2016.

AOAC. **Association of official agricultural chemistry**. 1990.

BASSO, R. Bioquímica e metabolismo dos lipídes. . In: SILVA, S. M. C. S.; MURA, J. D. P. (Ed.). **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo, 2007. 1124 p.

BATES, D. M.; ROBINSON, R. W.; JEFFREY, C. **Biology and utilization of the cucurbitaceae**. New York: Cornell University Press, 1990.

BENEVIDES, C. M. D. J.; SOUZA, R. D. B.; SOUZA, M. V.; LOPES, M. V. Efeito do processamento sobre os teores de oxalato e tanino em maxixe (*cucumis anuria* L.), jiló (*colanum gilo*), feijão verde (*vigna unguiculata* (L.) walp) e feijão andu (*cajanus cajan* (L.) Mill sp). **Alimentos e Nutrição** - Araraquara, v. 24, n. 3, p. 321–327, 2013.

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE; DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASILEIRO, B. G.; PIZZIOLO, V. R.; RASLAN, D. S.; JAMAL, C. M.; SILVEIRA, D. Antimicrobial and cytotoxic activities screening of some brazilian medicinal plants. **Revista Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.**, v. 42, n. 2, 2006.

CALOW, P. Marine and estuarine invertebrate toxicity tests. . In: HOFFMAN, D. ET AL. (Ed.). **Handbook in cytotoxicology**. Oxford: **Blackwell Scientific Publication**, 1993. 1–5 p.

CHAMBLISS, O. L.; JONES, C. M. Cucurbitacins: specific insect attractants in Cucurbitaceae. **Science**, v. 153, p. 1392–1393, 1966.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C. .; LEITE, J. C. A. .; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2004.

COUTINHO, V. F.; MENDES, R. R.; ROGERO, M. M. Bioquímica e metabolismo de

protéínas e aminoácidos. . In: SILVA, S. M. C. S. DA; MURA, J. D. P. (Ed.). **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007a. 1124 p.

COUTINHO, V. F.; MENDES, R. R.; ROGERO, M. M. Bioquímica e metabolismo dos carboidratos. . In: SILVA, M. C. S. DA; MURA, J. D. P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007b. 1124 p.

DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403p.

DZOMBA, P.; MUPA, M. Wild cucumis anguria leaves: phytochemical profile and antioxidant capacity. **Asian Pacific Journal Tropical Biomedecine**, p. 1–5, 2012.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo “ solo ” comercializados em 4 estabelecimentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 541–545, 2001.

FAO. **Vitamin and mineral requirements in human nutrition**. 2. ed. Bangkok: World Health Organization, 2004.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**. 2^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê: fibras alimentares**. n. 3. 2008. Disponível em:< <http://www.revista-fi.com>.> Acesso em: 22 mar. 2016.

FOLCH, J. .; LESS, M. .; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497–509, 1957.

FORBES, V. E.; FORBES, T. L. **Ecotoxicology in theory and practice**. Londres: Chapman and Hall, 1994.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

GALANTE, A. P.; NOGUEIRA, C. DE S.; MARI, E. T. L. Biodisponibilidade de minerais. In: SILVA, S. M. C. S.; MURA, J. D. P. M. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007. 1122 p.

GARCIA, A.; TEIXEIRA, O. M.; SALLES, F. G.; VITAL, J. P.; PEIXOTO, D. S. Bioensaio Artemia salina para detecção de toxinas em alimentos vegetais. **Revista Estudos, Vida e Saúde. Goiás**, v. 36, n. 5/6, p. 795–808, 2009.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. SÃO PAULO: Nobel, 2010.

GILL, N. S.; MAHAJAN, A.; ARORA, R. Isolation and characterisation of cucumis anguria seeds for their therapeutic potential. **Indo American Journal of Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 7, p. 3208–3216, 2014.

IAL, I. A. L. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a. ed. São Paulo, 2008.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

LIMA, J. M. .; SILVA, C. A. .; ROSA, M. B. .; SANTOS, J. B.; OLIVEIRA, T. G. .; SILVA, M. B. Prospecção fitoquímica de sonchus oleraceus e sua toxicidade sobre o microcrustáceo artemia salina. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 7–11, 2009.

MADUREIRA, I. A. **Secagem de polpa do figo-da-índia**. 2011. (Dissertação de Mestrado em Processamento Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutricao**, v. 17, n. 1, p. 79–87, 2004.

MAHAJAN, A. A study on west indian gherkin (cucumis anguria) seeds : its phytochemical profile and antioxidant activity. **International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 3, p. 76–84, 2014.

MAHAJAN, A.; GILL, N. S.; ARORA, R. Cucumis anguria : a medicinally important plant of cucurbitaceae family. **International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 3, p. 21–27, 2014.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RATMOND, J. L.; KRAUSE, M. V. Krause's food e the nutrition care process. **Elsevier Health Sciences**, 2012.

MEYER, B. N.; FERRIGNIN, R.; PUTNAM, L. B.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLSD, E.; MCLAUGHLIN, J. L. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant

constituents. **Journal of Medicinal. Plants Research**, v. 45, p. 31–34, 1982.

MODOLO, V. A.; COSTA, C. P. DA. **Maxixe: uma hortalição de tripla forma de consumo**. Piracicaba - SP: ESALQ/USP, 2003.

MORETONI, C. B. **Avaliação fitoquímica e das atividades antioxidantes, citotóxica e hipoglicemiante dos frutos de cucumis anguria L. (cucurbitaceae)**. 2008 90f. (Dissertação de Mestrado em Ciência Farmacêutica) - Universidade Federal do Paraná, 2008.

MORETTO, A. S.; DISTEL, R. A.; DIDONE, N. G. Decomposition and nutrient dynamic of leaf litter and roots from palatable and unpalatable grasses in a semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, v. 18, n. 1, p. 31–37, 2001.

NASCIMENTO, A. M. C. B.; NUNES, R. G. F. L.; SILVA, M. J. M. Elaboração e avaliação química e sensorial de conserva de maxixe (cucumis anguria L.). **V CONNEPI-2010**, 2010. Maceio - AL.

NASCIMENTO, A. M. DO C. B.; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (cucumis anguria L.). **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 1, p. 123–136, 2011.

NGURE, J. W.; CHENG, C.; YANG, S.; LOU, Q.; LI, J.; QIAN, C.; CHEN, J.; CHEN, J. Cultivar and seasonal effects on seed oil content and fatty acid composition of cucumber as a potential industrial crop. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 140, n. 4, p. 362–372, 2015.

OLIVEIRA, F. M. E. B.; BASTOS, M. DOS S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. C.; SILVA, M. G. G.. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-química de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, 1999.

PARENTE, M. E.; GÁMBARO, A.; ARES, G. Sensory characterization of emollients. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, n. 2, p. 149–61, 2008.

PEREDA, J. A. O. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEREIRA, D. V.; FERREIRA, A. V.; SILVA, F. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, J. N.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. capacidade antioxidante e fenólicos totais de maxixe (cucumis anguria l .). **V CONNEPI-2010**, n. 1, p. 1–6, 2010.

PESSARAKLI, M. (ED.). **Handbook of cucurbits: growth, cultural practices, and physiology**. CRC Press Taylor & Francis Group, 2016.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. Cucurbits. New York: New York Cab International. **Crop Production Science in Horticulture**, n° 6, 1997.

SANTANGELO, S. B. **Utilização da farinha de semente de abóbora (cucurbita maxima, L.) em panetone**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, J. C.; SEGURO, A. C. Efeito da hipomagnesemia e da suplementação de magnésio sobre a insuficiência renal. **Revista de Medicina**, v. 81, n. 1/4, p. 1–7, 2002.

SOUSA, A. P. B.; LIMA, F. G. S.; LIMA, A.. Propriedades nutricionais do maxixe e do quiabo. **Revista Saúde em Foco**, v. 2, n. 1, p. 113–129, 2015.

SUBHAN, N. ET AL. Bioactivity of excoecaria agallocha. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 521–526, 2008.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA - Unicamp, p. 161, 2011.

VALENTE, M. L. M. Cucurbitacinas e suas principais características estruturais. **Química Nova**, v. 27, n. 6, p. 944–948, 2004.

CAPÍTULO 3

CINÉTICA DE SECAGEM DO MAXIXE (*Cucumis anguria* L.) PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA

3.1 INTRODUÇÃO

A secagem é um processo milenar utilizado pelo homem para conservar os alimentos, aprendido com a natureza; o processo natural de secagem é tão eficaz que muitas vezes dispensa a ajuda do homem, uma vez que, muitos produtos como cereais ou outros vegetais são secados no próprio campo de cultivo (GAVA, SILVA, FRIAS, 2010).

Como razões principais para desidratação de frutas tem-se: reduzir a sazonalidade; aumentar o valor agregado do produto; reduzir a deterioração e melhorar as operações de transporte e armazenamento (MELONI, 2002). Legumes e hortaliças desidratadas chegam a pesar cerca de apenas 1/10 do peso original no caso de raízes vegetais, para folhas e tomate a redução pode chegar a 1/15 ou menos (FIOREZE, 2003).

O maxixe (*Cucumis anguria* L.) é um alimento altamente perecível, como a maioria das hortaliças e frutas, sendo necessária a investigação de métodos de processamento que conservem as propriedades do produto por mais tempo (VALDÉS et al., 2015). Dentre esses métodos, a secagem seria uma alternativa possível, uma vez que poderia ofertar uma nova forma de consumo desse vegetal, que não apenas na forma *in natura* e cozido.

A finalidade deste capítulo é apresentar o estudo realizado da cinética de secagem do maxixe, em diferentes temperaturas, bem como abordar os ajustes de alguns modelos matemáticos aos dados experimentais obtidos com a secagem.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo Geral

Obter as curvas da cinética de secagem para maxixe (*Cucumis anguria* L.) em diferentes temperaturas com a finalidade de produzir farinha.

3.2.2 Objetivos Específicos

Realizar cinética de secagem por convecção do maxixe em fatias aplicando as temperaturas de 40, 50 e 60 °C, em estufa de circulação de ar forçado;

Ajustar modelos matemáticos de Page, Thompson, Dois Termos, Aproximação da Difusão, Lewis e de Henderson e Pabis aos dados experimentais obtidos com a secagem, selecionando o melhor modelo;

Selecionar a temperatura de secagem mais adequada para se produzir à farinha de maxixe, usando o melhor modelo matemático.

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.3.1 Processo de Secagem

Processos de desidratação ou secagem são alternativas bastante viáveis na redução de perdas no pós-colheita de frutas, grão e vegetais, dentre os diferentes métodos tem-se a desidratação por fluxo de ar quente, a secagem solar, a liofilização, a desidratação osmótica e a secagem em micro-ondas (VEGA; LEMUS, 2016). A secagem consiste em retirar água do alimento em níveis que reduzam a ação de micro-organismos e as reações químicas de deterioração (KROKIDA et al., 2003). A secagem se define como a operação de remoção de um fluido volátil de um produto sólido, que não exclusivamente a água (SILVA et al., 2001). A secagem de um material ocorre por meio de um fluxo de energia e massa, quando um produto é posto em contato com o ar quente, o calor (energia) do meio externo é conduzido para o interior do material por difusão da temperatura, paralelamente forma-se um gradiente de pressão das moléculas de água do interior dos tecidos para a superfície, parte deste calor serve para vaporizar a água da superfície do material, a diferença de pressão parcial do vapor d'água entre o ar e a superfície estabelece a transferência de matéria para o ar, na forma de vapor (massa) (PARK et al., 2007). Na interface ar-produto, a evolução nas transferências de calor e massa, compreende três períodos distintos durante a secagem: o período (0) de indução; período (1) em que a secagem ocorre à taxa constante e o período (2) em que a secagem ocorre à taxa decrescente (PRADO; PARK; ALONSO, 2000; PARK et al., 2007).

Utilizada pelo homem desde tempos remotos, a secagem na atualidade participa de diversos processos nos setores: industrial, mineral e de polímeros, cerâmico, papel e celulose, agrícola, farmacêutico, químico e alimentício (PARK et al., 2004). Os processos de secagem são de suma importância para a química, a engenharia e a biotecnologia dos alimentos. A desidratação ou secagem se configura como um dos métodos mais usados para conservação de frutas e vegetais em geral, pois permite aumentar o tempo de armazenamento preservando a qualidade do produto (VALDÉS et al., 2015), quanto aos aspectos físicos e nutricionais.

A secagem oferece as seguintes vantagens ao produto: permanência dos constituintes aromáticos por longos períodos em temperatura ambiente; fácil conservação; confere proteção contra aos processos de degradação enzimática e oxidativa; reduz o peso; dispensa refrigeração resultando em economia de energia; e maior disponibilidade para o

mercado consumidor, eliminando a sazonalidade, comum entre produtos agrícolas (PARK; BIN; BROD, 2003; SANTOS et al., 2010)

As frutas e vegetais em geral possuem alto teor de umidade inicial, com a secagem sofrem alterações na sua forma original devido ao encolhimento de seus tecidos, de forma que a principal mudança física que ocorre com o alimento durante a secagem é a redução no seu volume externo (ARÉVALO-PINEDO; MURR, 2006). Inúmeros são os estudos realizados com secagem de produtos agrícolas, podendo-se citar o mamão (VALDÉS et al., 2015), cajá (GOUVEIA et al., 2003), abóbora (ARÉVALO-PINEDO; MURR, 2006), banana (BORGES et al., 2011; LEITE et al., 2015), carambola (SANTOS et al., 2010), abacaxi (MACHADO et al., 2012), entrecasca de melancia (BACURAU et al., 2008).

A cinética de secagem objetiva prever o tempo de secagem, que é “o dado fundamental para o dimensionamento e a otimização de uma planta industrial de secagem” (PARK et al., 2007, p.53), fornecendo elementos para projeção de secadores e determinação do consumo de energia na operação. Ou seja, buscando uma adequação entre o produto a ser secado e o tipo de secador com o tempo de secagem. A cinética de secagem de alimentos vegetais depende da temperatura, pressão e tamanho da amostra (CHUA; CHOU, 2004), além disso é extremamente sensível a umidade e velocidade do fluxo de ar (KROKIDA et al., 2003). Temperatura de secagem sem um bom controle pode implicar num produto final com alterações indesejáveis quanto à aparência, cor, textura e no teor de nutrientes (SHIGEMATSU et al., 2005).

A taxa de secagem pode ser acelerada com a elevação da temperatura do ar de secagem e/ou, com o aumento do fluxo de ar que passa pelo produto por unidade de tempo. A quantidade de ar usada na operação de secagem depende das variáveis: umidade inicial e da espessura da camada do produto (GOUVEIA et al., 2003). A constante de secagem depende fortemente das condições do ar de secagem e tamanho da amostra (KROKIDA et al., 2003). Segundo Krokida (2003) na cinética de secagem os efeitos da temperatura do ar, da umidade relativa, a velocidade do ar e tamanho do material sobre a constante de secagem são variáveis extensivamente estudadas.

Os modelos matemáticos empíricos são ferramentas úteis empregadas para prever e descrever o fenômeno da secagem de produtos agrícolas e são bastante adotadas pelos pesquisadores (LEITE et al., 2015).

3.3.2 Obtenção de Farinhas por Secagem Convectiva

As farinhas de origem vegetal são geralmente alimentos ricos em fibras e se prestam muito bem como alternativa à redução da alta perecibilidade dos produtos *in natura*, uma vez que seu processamento resulta num produto com maior tempo de vida útil para o consumo, podendo ser mantido à temperatura ambiente por mais tempo que o produto original, além de manter suas propriedades nutricionais e maior disponibilidade para o consumidor. Segundo Koblitz (2011) no Brasil as perdas no pós-colheita são na ordem de 30-50% para hortaliças e leguminosas, dada a sua alta perecibilidade. Para Egea e Lobato (2014) cerca de 30-40% das frutas e hortaliças não chegam à mesa do consumidor. Segundo Leite et al. (2015) estas perdas estão associadas a questões como falta de tecnologia adequadas de pós-colheita, como o processamento, transporte e armazenamento.

São inúmeros os estudos realizados com a obtenção de farinhas a partir do produto *in natura* com diversas finalidades.

Santos et al. (2010) reaproveitaram os resíduos da acerola (*Malpighia glabra* L.) proveniente do processamento da polpa para a produção de farinha. Os resíduos foram submetidos à secagem em desidratador horizontal de circulação de ar forçado com temperaturas entre 60-65 °C durante 26 horas. Em seguida o material foi triturado em máquina de moagem de farinha por 3 horas, peneirado, embalado em sacos plásticos e armazenado a temperatura ambiente. A farinha apresentou valores 4,0 para pH, para acidez 1,18%, para teor de água 6,92% e 93,08% para extrato seco total, 0,05% para gordura e 85,90% de fibras. Indicando que a farinha dos resíduos de acerola atendeu aos parâmetros estabelecidos pela ANVISA para farinha, é um alimento pouco calórico e com teores de fibra superiores aos verificados na fruta *in natura* e na polpa.

Borges, Pereira e Lucena (2009) elaboraram a farinha de banana prata verde (*Musa* spp.) propondo seu uso pela indústria de panificação, de alimentos dietéticos e infantis, como substituinte parcial a farinha de trigo. A farinha de banana verde foi obtida pela desidratação em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C por 12 horas. Os resultados das análises físico-química e microbiológica do material obtido apontaram que a farinha é rica em amido, proteína e minerais (P, Cu, P, Mg, Mn e Zn) e com alto teor calórico quando comparada com outras farinhas e está apta para o consumo, pois encontra-se nos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação.

A cenoura (*Daucus carota* L.) segundo Diniz et al. (2012), possui elevado teor de água (80 - 90%) assim que colhido, tornando-a um alimento com pequena vida de prateleira,

portanto elaboraram uma farinha por secagem e trituração do tubérculo em estufa de circulação de ar forçada a 75 °C por, aproximadamente, 6 horas, condições em que atingiu teor de água entorno de 10,05%, o lhe conferiu a classificação de farinha conforme a resolução RDC N° 263 da ANVISA (BRASIL, 2005).

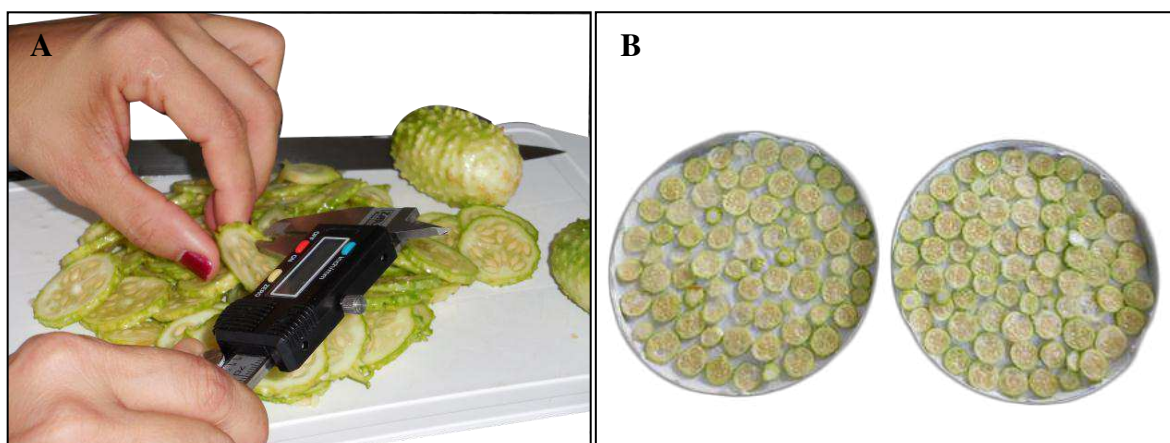
3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cuité. A cinética de secagem foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA). A aquisição e os critérios de seleção dos frutos e pré-tratamento das amostras foram realizados conforme descrição no item 1.4.1 do Capítulo 1 e 2.4 do Capítulo 2 deste trabalho.

3.4.1 Cinética de Secagem

Para se determinar a cinética de secagem os maxixes foram cortados em secções transversais (circulares) de, aproximadamente, 2,5 mm de espessura (Figura 3.1), com faca de lâmina inoxidável. As fatias foram distribuídas, em uma única camada, em bandejas alumínio forradas com papel manteiga, para minimizar a perda de massa que poderia ficar aderida à superfície.

Figura 3.1 - Etapas da secagem dos frutos do maxixe (*Cucumis anguria* L.): A) corte dos frutos e verificação da espessura aproximada de 2,5 mm; B) distribuição em bandejas em camada única.



Fotos: Autora

As bandejas foram pesadas previamente antes de receberem os frutos, e sua massa registrada. Antes da secagem, foi retirada uma amostra de material *in natura* para se determinar o teor de água (em base úmida), em triplicata, conforme descrito no item 2.4.1.1 do Capítulo 2.

Foram estudadas três temperaturas de secagem: 40, 50 e 60 °C. Os experimentos foram feitos em três dias consecutivos, em triplicata, em estufa de circulação de renovação de ar (American LAB, modelo AL 102/480), em que a transferência de calor ocorreu por convecção forçada de ar quente. A cinética de secagem compreendeu ao acompanhamento da perda de massa dos frutos, inicialmente em intervalos regulares de 5 min até atingir 1 h de secagem e depois a cada 1 h até o final do experimento, onde atingiram massa constante. Após cada secagem, homogeneizou-se o material das bandejas e retirou-se uma amostra para fazer determinação do teor de água.

A determinação da razão do teor de água (RX), foi obtida pela Equação 1.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (1)$$

Onde:

RX= razão do teor de água, adimensional;

X= teor de água, base seca;

X_e= teor de água de equilíbrio, base seca;

X₀= teor de água inicial, base seca.

Para sistematização dos dados obtidos com a secagem do maxixe foi utilizado o software Statistica 8.0, obtendo-se as razões de teor de água (RX) e valores de teor de água, em base seca. Para ajustes dos modelos matemáticos aos dados experimentais, adotou-se o método de cálculo de Regressão Não-Linear, de forma que obteve-se os gráficos de RX em função do tempo (t) para cada temperatura e modelo matemático adotado. Os modelos aplicados no experimento foram de Page, Thompson, Dois Termos, Aproximação da Difusão, Lewis e Henderson e Pabis. No Quadro 3.1 são apresentados os modelos aplicados com suas respectivas equações matemáticas:

Quadro 3.1 - Modelos matemáticos adotados para ajuste dos dados experimentais obtidos na cinética de secagem do maxixe (*Cucumis anguria* L.), com suas respectivas equações.

Modelo	Equação	Referência
Page	$RX = \exp(-k \cdot t^n)$	Midilli et al., 2002
Thompson	$RX = \exp((-a - (a^2 + 4b \cdot t)^{0.5}) / 2b)$	Leite et al., 2015
Dois Termos	$RX = a \exp(-k_1 t) + b \exp(-k_2 t)$	Elkhodiry et al., 2015
Aproximação da Difusão	$RX = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$	Leite et al., 2015
Lewis	$RX = \exp(-k \cdot t)$	Silva et al., 2009
Henderson & Pabis	$RX = a \exp(-k \cdot t)$	Henderson e Pabis, 1961

Tem-se que: RX= razão de água (adimensional); k= constante de secagem (min^{-1}); a, b, c, n, q são constantes do modelo; t= tempo de secagem (min)

Foram determinados o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio médio quadrático (DQM), a partir da Equação 2, parâmetros que avaliaram os modelos que melhor se ajustaram aos dados experimentais. Para tanto, considerou-se os modelo com os maiores valores obtidos para o R^2 e os menores para o DQM.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum [(RX_{pred} - RX_{exp})^2]}{n}} \quad (2)$$

Onde:

DQM= desvio quadrático médio;

RX_{pred} = razão de teor de água predito pelo modelo;

RX_{exp} = razão de teor de água experimental;

n = número de observações.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3.1 são apresentados os valores dos parâmetros dos modelos matemáticos de Page, Thompson, Dois Termos, Aproximação da Difusão, Lewis e de Henderson e Pabis, os coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM), ajustados as curvas de cinética de secagem efetuadas com maxixe nas temperaturas 40, 50 e 60 °C.

Tabela 3.1 – Resultados estatísticos obtidos com os modelos de secagem adotados na secagem do maxixe (*Cucumis anguria* L.) a 40, 50 e 60°C, em estufa de circulação de ar forçada.

Modelo Page						
Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DQM
	k		n			
40	0,001670		1,192754		99,905	0,0125
50	0,003361		1,186261		99,942	0,0099
60	0,005236		1,179473		99,907	0,0122
Modelo Thompson						
Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DQM
	a		b			
40	-5578,40		5,175841		99,475	0,0295
50	-4005,31		5,715170		99,479	0,0299
60	-3357,62		6,147052		99,398	0,0311
Dois Termos						
Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DQM
	a	k_1	b	k_2		
40	0,480199	0,004965	0,54639	0,004965	99,587	0,0262
50	0,519180	0,008683	0,519182	0,008710	99,679	0,0235
60	0,517683	0,011972	0,517683	0,011972	99,591	0,0257
Modelo Aproximação da Difusão						
Temperatura (°C)	Parâmetros			R^2	DQM	
	a	k	b			
40	-49,8617	0,008161	0,987606	99,937	0,0103	
50	-105,851	0,014109	0,994223	99,955	0,0088	
60	-149,819	0,019743	0,996016	99,929	0,0107	

Cont.				
Modelo Lewis				
Temperatura (°C)	Parâmetro		R ²	DQM
	k			
40	0,004803		99,475	0,0295
50	0,008150		99,480	0,0298
60	0,011251		99,398	0,0311
Modelo Henderson e Pabis				
Temperatura (°C)	Parâmetros		R ²	DQM
	a	k		
40	1,026579	0,004965	99,587	0,0262
50	1,036665	0,008637	99,680	0,0234
60	1,035365	0,011972	99,591	0,0257

Analisando cada modelo matemático em função do R² e do DQM, verificou-se que todos os modelos adotados se ajustaram satisfatoriamente aos dados experimentais das curvas de secagem do maxixe, em razão de apresentarem R² superiores a 99% e DQM inferiores a 0,0312, de forma que todos podem representar o processo de secagem do maxixe. No entanto, o modelo de Aproximação da Difusão foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, por apresentar os maiores coeficientes de determinação (> 99%) e menores desvios quadráticos médios, inferiores a 0,0107. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Santos et al. (2016) ao realizarem secagem convectiva de fatias do fruto da palma (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.) em diferentes espessuras e temperaturas (50, 60 e 70°C), usando planejamento experimental, verificaram que os modelos Aproximação da Difusão e Logarítmico foram os que melhor se ajustaram aos seus dados experimentais. Realizando cinética de secagem de berinjelas (*Solanum melongena* L.) em secador de leito fluidizado a temperaturas de 60, 70 e 80 °C, Elkhodiry et al. (2015) conseguiram bons ajustes com R² variando entre 0,9990 a 0,9999, aplicando os modelos de Newton, Henderson e Pabis, Logarítmico, Dois Termos, Exponencial de Dois Termos, Aproximação da Difusão, Page, Page Modificado, Ademiluyi et al. e Demir et al.

O tempo final de secagem a 40 °C foi de 900 min, ao se elevar a temperatura para 50 °C o tempo atingido foi de 600 min, e quando esta foi elevada para 60 °C o tempo foi reduzido para 420 min. Estudos de outros autores corroboram com o fato de que se aumentando a temperatura reduz-se o tempo de secagem; e apesar da atuação de outras variáveis (umidade do ar, velocidade do ar, pressão, tamanho e formato do sólido) a temperatura exerce forte influência no processo (GOUVEIA et al., 2003).

Observou-se em todos os modelos o mesmo comportamento para a constante da taxa de secagem k (min^{-1}), que é a velocidade com que ocorreu a secagem, esta aumentou com a elevação das temperaturas. O parâmetro k representa o efeito das condições externas de secagem, cuja tendência é crescente com o aumento da temperatura (GONELI et al., 2009). O mesmo comportamento foi observado nos trabalhos de Vega e Lume (2006), quando aplicaram os modelos de Newton, Henderson e Pabis e Page na secagem de mamão chileno (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) realizadas na temperatura de 40, 50, 60, 70 e 80°C; nos resultados de Sanjinez-Argandona et al. (2011) aplicados ao tomate em diferentes cortes, nas temperaturas 60 e 70°C usando Page; nos estudos de Silva et al. (2009), ao ajustar a secagem de banana maçã, em diferentes espessuras (5, 7,5 e 10 mm), nas temperaturas 50, 60 e 70°C, ao modelos de Page, Henderson e Pabis, Lewis, Exponencial de Dois Termos e Wang Singh.

Analisando os modelos separadamente, verificou-se no modelo de Page que a constante de secagem k aumentou com o aumento da temperatura, à medida que a constante n comportou-se inversamente, diminuindo seu valor com o aumento da temperatura. O parâmetro n sinaliza a resistência manifestada internamente pelo produto ao processo de secagem, segundo Corrêa et al. (2007). Portanto, pode-se inferir que para o caso de maxixe, no modelo de Page a constante n não apresentou muita resistência a secagem à medida que se aumentou a temperatura, uma possível explicação para esse comportamento seria o tipo de corte utilizado no experimento, pois o corte em fatia transversal expõe uma menor área da casca, o que provavelmente interferiu nesse resultado. Outros estudos apontam nessa direção a exemplo de Karathanos e Belessiotis (1999), que ao secarem frutas frescas observaram que estas ao serem desidratadas com a casca ou pele apresentaram aumento no valor do n , observaram que quanto maior a espessura da casca maiores foram os valores de n , que variaram de 1,02 a 1,79. Resultados semelhantes foram obtidos por Sanjinez-Argandona et al. (2011) ao secarem diferentes cortes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em que o valor de n aumentou nos frutos que foram cortados ao meio. Um estudo de Silva et al. (2001) sobre secagem de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.) a 40° e 50°C em estufa, ao aplicar o modelo de Page, observaram um decréscimo do parâmetro k , em função da temperatura, ao passo que ocorreu o inverso com o parâmetro n .

Para o modelo de Thompson, constatou-se que as constantes a e b aumentaram com a elevação da temperatura de secagem. Conforme Leite et al. (2015) os parâmetros a e b são constantes do modelo e não possuem significado físico, então presume-se que estes parâmetros possuam apenas significados matemáticos.

No modelo Dois Termos as constante de secagem k_1 e k_2 apresentaram os mesmos valores absolutos e mesmo comportamento, aumentando com a elevação da temperatura. Enquanto as constantes a e b diminuíram com o aumento da temperatura, embora a variação ocorrida entre as temperaturas 50 e 60°C tenha sido bastante discreta.

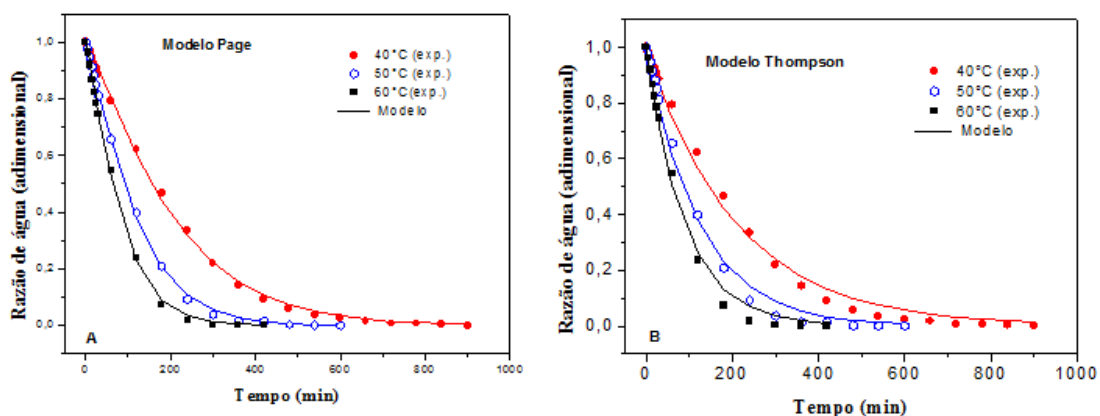
O parâmetro b do modelo Aproximação da Difusão teve comportamento similar ao da constante de secagem, aumentando com a temperatura de secagem, enquanto o parâmetro a diminui significativamente.

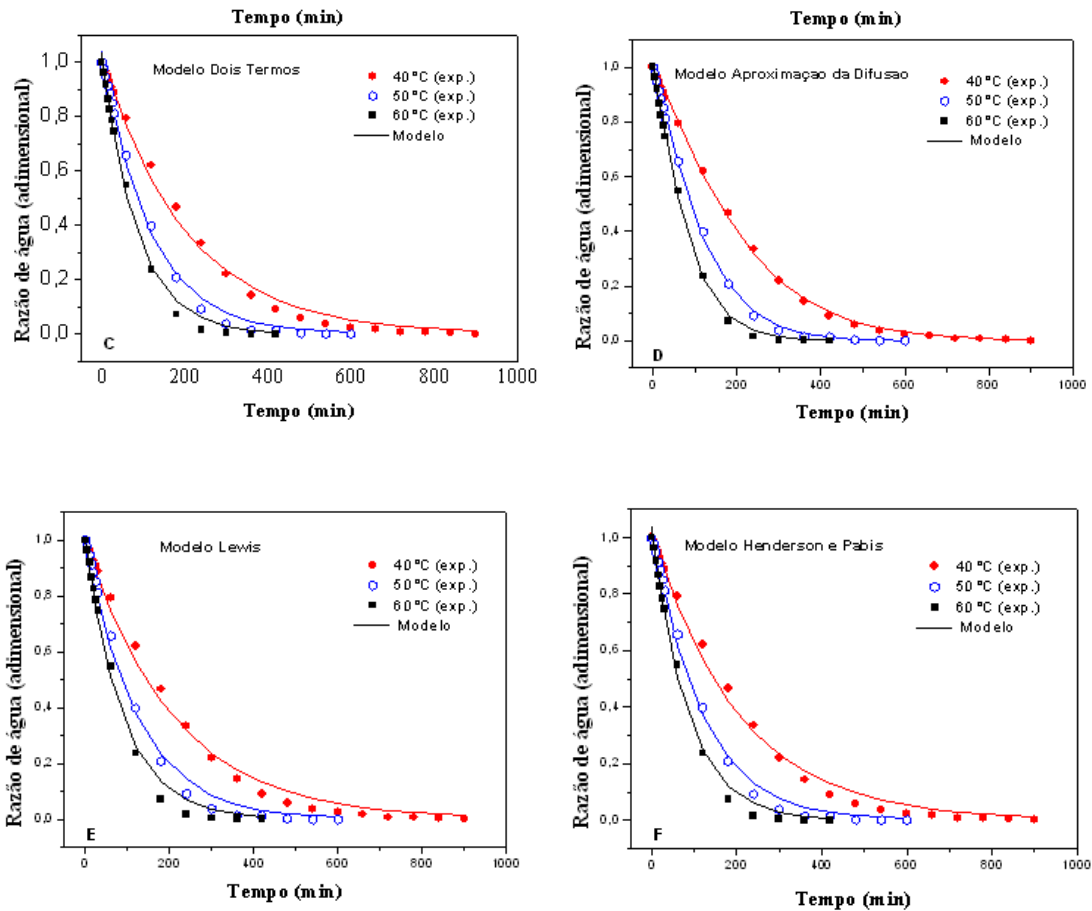
Em Lewis ocorreu comportamento típico da constante de secagem k , que é aumentar à medida que a temperatura aumenta, verificados em vários estudos aplicando esse modelo (ELKHODIRY et al., 2015; SILVA et al., 2009).

O modelo de Henderson e Pabis demonstrou que o parâmetro a diminui e a constante k aumentou com a elevação da temperatura.

Na Figura 3.2 estão os gráficos com as curvas de cinética de secagem do maxixe nas diferentes temperaturas, com os ajustes pelos modelos matemáticos adotados. As curvas da cinética estão apresentadas em termos da razão de umidade (RX) em função do tempo (t) e demonstram que o aumento da temperatura torna mais eficiente a transferência de calor (energia) para o produto, e como consequência tem-se uma significativa diminuição no tempo de secagem, tempo este em que as amostras atingem a umidade de equilíbrio.

Figura 3.2 – Modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem do maxixe (*Cucumis anguria* L.) nas temperaturas 40, 50 e 60° C.





Observou-se em todas as curvas, para as três temperaturas que, a razão de umidade decresce mais rapidamente no início da secagem, tornando-se mais lenta à medida que aumenta o tempo de secagem. Comportamentos similares foram encontrados por Santos et al. (2010), estudando secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) usando os modelos de Henderson e Pabis, Exponencial e de Page, que segundo os autores são os mais usados para alimentos em geral (sementes, frutos, folhas).

Sabe-se que nos processos de secagem podem ocorrer três períodos distintos, 0, 1 e 2. No referido estudo, em todos os modelos adotados as curvas exibem de forma padronizada o trecho decrescente de razão de água em função do tempo, ocorrido em todas as temperaturas, representado pelo período 2, período em que a secagem ocorre à taxa decrescente. O comportamento verificado nas curvas segundo Silva et al. (2001, p.1) “é quase sempre o único observado para secagem de produtos agrícolas e alimentícios”.

A Tabela 3.2 mostra a evolução da perda de água do maxixe nas três temperaturas de secagem, desde sua forma *in natura*, passando pelos teores de água de equilíbrio até atingir o teor de água final, na pós-cinética de secagem.

Tabela 3.2 - Evolução da perda de água do maxixe (*Cucumis anguria* L.) durante a cinética.

Perda de Água do Maxixe Obtidas com a Secagem				
Temperatura (°C)	Tempo (min)	Teor de água (% b.u.)		Perda de água (%)
		Inicial	Final	
40	900	93,62 ±0,29	17,58 ±3,08	81,22
50	600	93,21 ±0,26	10,23 ±0,59	89,02
60	420	93,20 ±0,28	8,46 ±0,23	90,92

Neste trabalho optou-se em elaborar a farinha de maxixe com secagem a 60 °C, tendo em vista que nesta temperatura (Tabela 3.2): atingiu-se o menor tempo de secagem; alcançou-se a maior perda de água no produto, com decréscimo de 90,92%; e durante a elaboração do produto obteve-se melhor resultado no processo de trituração do material seco, nas condições existentes. Além disso, o fato de que todos os modelos com essa temperatura se ajustaram bem aos dados experimentais. Nas temperaturas 40° e 50 °C o produto final da secagem não apresentou uma textura quebradiça, o que provavelmente dificultou o processamento de trituração, indicando provavelmente que não ocorreu a remoção eficiente da água nas amostras.

Nesse sentido, de observar ou aferir outras características do material após a secagem, foi que Veja e Lemus (2006), discutindo sobre a relação entre temperatura e o tempo de secagem, afirmaram ser necessário medir os efeitos da temperatura sobre outros parâmetros mais voltados para a qualidade produto, considerados mais importantes, e apontam que alterações na cor, no sabor, no aroma, na textura, sobre os teores de vitaminas, com promoção de perdas e danos macroestruturais dos tecidos, sejam promovidos por altas temperaturas ou por prolongados tempos de secagem a que se expõe o material

3.6 CONCLUSÃO

Todos os modelos adotados apresentaram ajustes satisfatórios aos dados experimentais das curvas de secagem do maxixe, nas três temperaturas aplicadas, 40, 50 e 60 °C; em todos os modelos os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 99,3% e DQM inferiores a 0,0312, sinalizando um bom ajuste. Portanto, quaisquer dos modelos podem ser usados para predição da cinética de secagem do maxixe em fatias.

Quando comparados, o modelo que melhor representou a curva de secagem do maxixe, nas condições estudadas, foi o modelo de Aproximação da Difusão, com coeficientes de determinação $R^2 > 99,95\%$ e desvios quadráticos médios, inferiores a 0,0107, sendo, portanto, o modelo que mais se aproximou dos dados experimentais da secagem.

Com a secagem do maxixe verificou-se a relação inversa que existe entre aumento de temperatura e diminuição no tempo de secagem, tendência verificada em outros estudos de mesma natureza.

A secagem do maxixe em fatias a 60 °C foi a que apresentou menor tempo de secagem, maior perda de água e sendo mais adequada a trituração, com melhores resultados para se produzir a farinha de maxixe.

REFERÊNCIAS

- ARÉVALO-PINEDO, A.; MURR, F. E. X. Kinetics of vacuum drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*): modeling with shrinkage. **Journal of Food Engineering**, v. 76, n. 4, p. 562–567, 2006.
- AZOUBEL, P. M.; EVANGELISTA, E. C. D. A.; OLIVEIRA S.B. de; SILVA, Í. R. A.; ARAÚJO, A. J. B.. Cinética de secagem da casca de manga tomy atkins. **VII Congresso Brasileiro de Engenharia Química e IV Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada**. 2008. Recife – PE.
- BACURAU, I. M.; AMORIM, F. V.; OLIVEIRA, E. K. G. DE; FRANÇA, V. C.; ALMEIDA, M. M. DE; LUIZ, M. R. Estudo do processo de secagem da entrecasca de melancia (*citrullus lanatus*) produzindo a farinha utilizada para confecção de novos produtos. **XX COBEQ Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, p. 1–9, 2008.
- BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P.de. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 29(2): 333-339, abr.-jun. 2009.
- BORGES, S. V; MANCINI, M. C.; CORRÊA, J. L. G.; LEITE, J. B. Drying kinetics of bananas by natural convection: influence of temperature, shape, blanching and cultivar. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 368–376, 2011.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos** 2005. Diário Oficial da União.
- CHUA, K. J. .; CHOU, S. K. On the experimental study of a pressure regulatory system for bioproducts dehydration. **Journal of Food Engineering**, v. 62, n. 2, p. 151–158, 2004.
- CORRÊA, P. C. et al. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*phaseolus vulgaris* i.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 27, n.2, p. 501-510, 2007.
- DINIZ, C., MOREIRA, D., COSTA, R., DAMIÃO, F., SOUSA Obtenção de farinha de cenoura por secagem em estufa. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**. v.1, n.1. 2012.

- EGEA, M.;LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 73, n. 4. p. 316-324. 2014.
- ELKHODIRY, Mohamed A.; SUWAIDI, Shaima R.; TAHERI, Melika; ELWALID, Hams; ELBABA, Dina; QASIM, Muhammad. Drying kinetics of eggplant (solanum melongena) in a fluidized bed dryer: experimental evaluation and modelling. **Journal of Food Processing**. 2015. p. 1-10.
- FIGLIAREZZA, R. **Princípios da secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora de Universidade Federal de Paraíba – UFPB, 2003.
- GONELI, A. L.; CORRÊA, P. C.; AFONSO JUNIOR, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H. Cinética de secagem dos grãos de café descascados em camada delgada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, n. 11, p. 64–73, 2009.
- GOUVEIA, J. P. G. DE; ALMEIDA, F. DE A. C.; FARIAS, E. DA S.; SILVA, M. M. DA; CHAVES, M. DA C. V.; REIS, L. S. Determination of the drying curves in cajá fruits. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, n. 1, p. 65–68, 2003.
- HENDERSON, S.M.; PABIS, S. Grain drying theoryI: temperature effect on drying coefficient, **Journal Agricultural Research Engineering**, v. 6, p.169-174, 1961.
- IAL, I. A. L. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a. ed. São Paulo, 2008.
- KARATHANOS, V.T.; BELESSIOTIS, V.G. Application of a thin-layer equation to drying data of fresh semi-dried fruits. **Journal Agricultural Research Engineering**. v. 74, p. 355-361. 1999.
- KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 59, n. 4, p. 391–403, 2003.
- LEITE, A. L. M. P.; SILVA, F. S. DA; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. DOS. Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade terra. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 2, p. 155–162, 2015.
- MACHADO, A. M.; SOUZA, M. C. DE; JUNQUEIRA, M. DA S.; SARAIVA, S. H.; TEIXEIRA, L. J. Q. Cinética de secagem do abacaxi cv. pérola. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 428–437, 2012.

MELONI, P. L. S. **Manual de produção de frutas desidratadas**. Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal, Sindicato dos Produtores de Frutas do Estado de Ceará – Sindifruta. Fortaleza – CE, 2002

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A. **New model for single-layer drying**. *Drying Technology*, Nigde, v. 20, n. 7, p. 1503-1513, 2002.

PARK, K. J. .; BIN, A. .; BROD, F. P. R. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 56, n. 1, p. 97–103, 2003.

PARK, K. J. .; TUBONI, C. T. .; OLIVEIRA, R. A. .; PARK, K. J. B. Estudo da secagem de caqui giombo com encolhimento e sem encolhimento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande - PB, v. 6, n. 1, p. 71–86, 2004.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. DE; PARK, K. J. B. **Conceitos de processos e equipamentos de secagem**. São Paulo: Unicamp, 2007.

PRADO, M. E. T. .; PARK, K. J. .; ALONSO, L. F. T. Shrinkage of dates (*Phoenix dactylifera*). **Drying Technology**, Estados Unidos, v. 18, n. 1/2, p. 295–310, 2000.

SANJINEZ-ARGANDONA, E. J.; BRANCO, I. G.; BITTENCOURT, T. U.; MUNHOZ, C. L. Influência da geometria e da temperatura na cinética de secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 308-312, abr.-jun. 2011.

SANTOS, A. E.; MARTINS, G. M. V.; CANUTO, M. F. C. S.; VIEIRA SEGUNDO, J. D.; ALMEIDA, R. D. Modelagem matemática para a descrição da cinética de secagem do fruto da palma (*Opuntia ficus indica*). **Revista Verde**, v.11, n.1, p.01-06, 2016.

SANTOS, C. T.; BONOMO, R. F.; CHAVES, M. A.; FONTAN, R. DA C. I.; BONOMO, P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (averrhoa carambola l.) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 32, n. 3, p. 309–313, 2010.

SANTOS, K. O. et al. Obtenção de farinha com o resíduo da acerola (*Malpighia glabra* L.). In: Anais do V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica (V CONNEPI). Maceió- AL, 2010.

SANTOS, A. E.; MARTINS, G. M. V.; CANUTO, M. F. C. S.; VIEIRA SEGUNDO, J. D.; ALMEIDA, R. D. Modelagem matemática para a descrição da cinética de secagem do fruto da palma (*Opuntia ficus indica*). **Revista Verde**, v.11, n.1, p.01-06, 2016.

SHIGEMATSU, E. .; EIK, N. M. .; KIMURA, M. .; MAURO, M. A. Influência de pré-tratamento sobre desidratação osmótica de carambolas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 3, p. 536–545, 2005.

SILVA, A. S.; MELO, K. dos S., ALVES, N. M. C. , FERNANDES; T. K. da S.; FARIAS, P. de A. Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.2, p.129-136, 2009.

SILVA, Y. C. E; SILVA, F. D. DA; SILVA, A. S.; LIMA, E. E. DE; SOUZA, J. A. Aplicação dos modelos de fick e page na secagem de palma (*Opuntia ficus indica*) em estufa. **Revista Univap**, p. 1529–1532, 2001.

VALDÉS, D. F.; BECERÁ, S. M.; PEREIRA, A. G.; BEYRA, R. C.; VALDÉS, D. F. Cinética de secado de fruta bomba (carica papaya l ., cv . maradol roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuárias**, v. 24, n. 1, p. 22–28, 2015.

VEGA, A. A.; LEMUS, R. A. Modelado de la cinética de secado de la papaya chilena (*vasconcellea pubescens*). **Información Tecnológica**, v. 17, n. 3, p. 23–31, 2016.

CAPÍTULO 4

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE MAXIXE

4.1 INTRODUÇÃO

Estudos do Ministério da Agricultura posicionam o maxixe (*Cucumis anguria* L.) como hortaliça não convencional, ou seja, como uma espécie comum entre determinadas populações, de importância sociocultural, que já foi muito utilizada e está sofrendo redução no cultivo, no consumo e perdendo espaço para hortaliças mais comerciais ou produtos industrializados, e não está organizada em cadeias produtivas (BRASIL, 2010). Pouco se sabe do aproveitamento dessa hortaliça na alimentação humana que não seja na forma tradicional. Além disso, é desconhecido seu aproveitamento pelo setor agroindustrial e alguns estudos já sinalizam a sua utilização na forma de conserva (MODOLO; COSTA, 2003; LIMA et al., 2006; NASCIMENTO; NUNES; SILVA, 2010).

Por ser uma cultura sazonal e regionalizada o maxixe não se encontra disponível o ano inteiro na mesa do consumidor brasileiro; como toda hortaliça possui perecibilidade elevada e rápida. Estima-se que no Brasil as perdas para leguminosas e hortaliças estejam entre 30 e 50%, abrangendo toda a cadeia produtiva (KOBBLITZ, 2014), some-se a alta perecibilidade, inerente ao produto, a falta de tecnologias adequadas de pós-colheita, como o processamento, transporte e armazenamento (LEITE et al., 2015), que contribuem para o seu desperdício e redução da sua vida de prateleira. Embora apresente vários benefícios para a saúde humana, seja como medicinal, seja como fonte de minerais, elencados no Capítulo 2, o consumo *per capita* dessa hortaliça ainda é muito baixo entre os brasileiros, no período 2008-2009 foi de apenas 0,067 Kg (IBGE, 2010).

Portanto, se faz necessário a elaboração de produtos alimentícios que conservem as propriedades medicinais e nutricionais dessa hortaliça de produção sazonal, tornando-a disponível para o consumo nos períodos de entressafra e também estimulando o seu consumo. Considerando que o processamento de produtos *in natura* são alternativas viáveis na redução das perdas pós-colheita e na oferta de produtos com maior vida de prateleira, no presente trabalho pretendeu-se obter uma farinha a partir do fruto do maxixe, investigando suas propriedades a fim de verificar se a mesma é adequada ao consumo humano, seja no que se refere ao seu aspecto nutricional, como também do ponto de vista de segurança alimentar.

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 Objetivo Geral

Elaborar e caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e físico-químicos, microbiológicos e toxicológico a farinha originada do fruto do maxixe *Cucumis anguria* L., com o fim de verificar se a mesma é adequada ao consumo humano, visando sua aplicação na fabricação de produtos alimentícios.

4.2.2 Objetivos Específicos

Produzir a farinha a partir da desidratação do fruto do maxixe por meio de secagem;

Estabelecer o fluxograma de processamento da farinha aplicável à população geral;

Realizar a caracterização física, química e físico-química e microbiológica da farinha de maxixe;

Avaliar o comportamento higroscópico da farinha de maxixe por meio das isotermas de adsorção de água e ajustar os modelos matemáticos aos dados experimentais;

Avaliar a toxicidade do extrato etanólico elaborado com a farinha de maxixe frente à *Artemia salina* Leach, e determinar a concentração letal CL₅₀.

4.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.3.1 Maxixe e suas Formas de Consumo

Segundo a literatura os frutos e folhas do maxixe podem ser consumidos cozidos, fritos, em ensopados, na forma de picles ou frescos em saladas e hambúrgueres (JU et al., 2014). Há variações de populações de *C. anguria* que apresentam folhas não amargas, estas são cozidas e comidas da mesma forma que as folhas de abóbora. Em Ruwangi, no Zimbábwe, elas são conhecidas como “mubvororo” e são utilizados na preparação de um prato especial servido ao patriarca da família; na Namíbia, é uma variedade de verdura comestível silvestre, que são secos em bolos e armazenados para serem usados na estação seca do ano; em Thiès, no Senegal, os frutos são decapados verdes em estágio imaturo; na África do Sul, os frutos são consumidos frescos e secos (PESSARAKLI, 2016).

No Brasil, a forma mais usual é o consumo cozido na maxixada, iguaria típica da culinária nordestina, cozido no feijão ou consumido cru em saladas, forma pouco usual, podendo substituir o pepino, por ser menos indigesto (MODOLO; COSTA, 2003; NASCIMENTO; NUNES; SILVA, 2010; PEREIRA et al., 2010). Já existe uma crescente demanda mundial por picles de maxixe e muitas empresas de alimentos já começaram a explorar esse segmento de mercado (JU et al., 2014). No mercado brasileiro a versão em forma de picles ainda tem pouca expressão, mas se apresenta como um segmento potencial, no setor de alimentos minimamente processados.

O ponto certo de colheita do maxixe é ressaltado por Modolo e Costa (2003), dependendo da forma como este será consumido. Na Figura 4.1 são apresentados cortes do maxixe paulista e do maxixe comum.

Figura 4.1 - Ponto ideal de colheita do maxixe paulista (acima) e do maxixe comum (abaixo) com destino a: conserva (A); saladas (B); cozido (C).

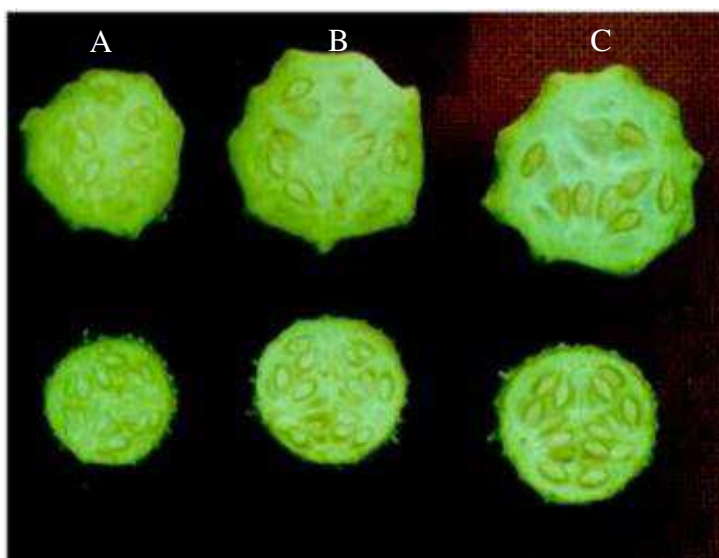


Foto: Modolo e Costa (2003).

Se os maxixes forem destinados ao consumo *in natura*, usados em saladas ou em conserva (picles), sua colheita deve ocorrer antes que a formação da semente se conclua; se for destinado ao consumo cozido (no feijão ou na tradicional maxixada), a colheita pode ocorrer com o fruto totalmente desenvolvido (MODOLO; COSTA, 2003).

4.3.2 O Processamento de Hortaliças como Alternativa a Redução de Perdas no Pós-Colheita

Do ponto de vista conceitual é importante que se estabeleça o que é considerado perda e o que é desperdício, nesse sentido Vilela et al. (2003, p.1) relatam que “entende-se por perdas, a parte física da produção que não é destinada ao consumo, em razão de depreciação da qualidade dos produtos, devido à deterioração, causada por amassamentos, cortes, podridões e outros fatores”, enquanto o desperdício se refere aos alimentos (produtos) que “em boas condições fisiológicas, são desviados do consumo para o lixo”, sendo exemplificado este último “pelas sobras de refeições nos pratos” em residências e unidades de alimentação; o uso parcial de frutos, raízes e folhas; descarte do produto *in natura* quando este ultrapassa a validade estabelecida mesmo em boas condições físicas; ou por falta de emprego de outras formas de aproveitamento. Chegam a 20% as perdas no consumo final em nível de domicílios no Brasil (VILELA et al., 2003).

Com sua vocação eminentemente agrícola, expressa em sucessivas safras recordes, o setor agrícola é um dos mais importantes na economia brasileira, porém destaca-se como líder em perdas pós-colheita e desperdício (VILELA et al., 2003). São vários os estudos que tentam estimar em números o prejuízo para o setor, na ordem de 30-50% para hortaliças e leguminosas (KOBBLITZ, 2014), de 35 a 40% em média, quando nos Estados Unidos não ultrapassa os 10% (VILELA et al., 2003), cerca de 30 a 40% para hortaliça e frutas com elevada perecibilidade (MARTINS; FARIAS, 2002), entre 25% e 35%, para hortaliças (VILELA; HENZ, 2000).

As perdas ocorrem ao longo de toda cadeia produtiva, perpassando vários segmentos, vão do plantio, a produção, comercialização até o consumo final (MARTINS; FARIAS, 2002), 10% ocorrem durante a colheita; 50% no manuseio e transporte dos alimentos; 30% nas centrais de abastecimento e 10% junto aos supermercados e consumidores (PORTELA, 2009). Na fase de comercialização as perdas são devidas principalmente aos preços e a apresentação dos produtos, associado a estes o comportamento do consumidor, com o manuseio excessivo durante o processo de compra (VILELA; HENZ, 2000).

A causa principal de perdas que afetam a qualidade do produto no pós-colheita deve-se a injúrias mecânicas (amassamentos, batidas, cortes, quedas, rachaduras, esmagamentos e abrasões), seguidamente de doenças patogênicas, problemas fisiológicos ou mesmo doenças de natureza não patogênica (CENCI; SOARES; FREIRE JÚNIOR, 1997). Tudo isso se deve principalmente ao baixo nível tecnológico por parte dos produtores, com falta de capacitação técnica, adoção de práticas inadequadas de produção e no manuseio pós-colheita, implicando baixo valor de comercialização do produto.

As hortaliças são componentes de elevada importância na promoção da saúde humana, sendo comprovada cientificamente a relação do consumo destas e a prevenção de doenças, cujos efeitos benéficos são oriundos dos compostos funcionais como as fibras, vitaminas, sais minerais e fitoquímicos presentes nas mesmas (CARVALHO et al., 2006).

Em virtude da elevada perecibilidade das hortaliças, em seu estado *in natura*, são inúmeros os esforços com objetivo de prolongar a vida útil desses produtos com perdas mínimas de suas características nutricionais e sensoriais. Uma alternativa de conservação dos atributos do produto seria a transformação deste em outro produto final, pronto para o consumo, ou sua transformação de forma que o mesmo se torne matéria-prima para elaboração de outros alimentos, culminando numa operação denominada de processamento. O Parlamento Europeu e Conselho da União Européia define o processamento de alimentos como a “ação que assegura uma modificação substancial do produto inicial por aquecimento,

fumagem, cura, maturação, secagem, marinagem, extração, extrusão ou uma combinação destes processos” (PARLAMENTO E DO CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004, p. 12). Uma preocupação que é premente e uma tendência na área de tecnologia dos alimentos nos dias atuais é processar sem perda da qualidade nutricional, como também elaborar novos produtos cuja composição possua ingredientes bioativos, com características funcionais, e que promovam o bem-estar e saúde do consumidor (MALDONADE, 2015).

Neste trabalho optou-se por se processar o maxixe por meio de secagem convectiva, cujo tema foi abordado no capítulo 3, em que foi descrito o processo, sua finalidade, tipos, vantagens e desvantagens dessa operação aplicada aos produtos agrícolas, dispensando maiores detalhes.

A lacuna que existe para o processamento dessa hortaliça é corroborada pelos autores Nascimento, Nunes e Silva (2010, p. 2) quando afirmam que: “Estudos sobre as propriedades nutricionais e sensoriais do maxixe, bem como o seu aproveitamento agroindustrial, são praticamente inexistentes e os que estão disponíveis referem-se à sua caracterização agrônômica” ou de cunho botânico.

Após a colheita os maxixes *in natura*, em temperatura ambiente, conservam sua qualidade por apenas três dias, em condições de refrigeração, acondicionados em sacos plásticos esse período pode se expandir para uma semana sem perda de qualidade (MATOS et al., 2009). Processar o maxixe possivelmente poderia reduzir de forma significativa as perdas pós-colheita, destaque-se que o maxixe é uma hortaliça de ciclo anual e de alta prolificidade (AZEVEDO FILHO; MELO, 2014).

Já existe toda uma teoria consolidada de que as perdas dos produtos agrícolas ocorrem dentro da propriedade, já na colheita. Com o maxixe não é diferente, uma vez que toda hortaliça é um produto frágil ao manuseio, às condições climáticas, à forma de acondicionamento, e até mesmo decorrente das reações metabólicas que continuam ocorrendo com fruto após ser desconectado da planta-mãe, etc., são fatores que contribuem para as perdas. Outro agravante seria a distância e o tempo do local de produção até os centros de comercialização, que tem elevado essas perdas, pois é na operação de transporte que ocorrem os maiores danos ao produto por injúria, implicando em perda de qualidade e valor comercial. Fellows (2006) elenca como vantagens do processamento térmico, além do aumento de vida de prateleira sem refrigeração, o controle simplificado dessa operação, a destruição de fatores antinutricionais e o aumento da disponibilidade de determinados nutrientes.

Nascimento, Nunes e Nunes (2011, p.125) destacam em seu trabalho com elaboração de picles de maxixe a necessidade de ofertar novas opções ao mercado

consumidor, “novas formas de apresentação do produto que preservassem seu sabor e sua qualidade por maior período de tempo para aumento do consumo e melhor conservação dessa hortaliça”, ao se referir a alta perecibilidade do maxixe *in natura*, visto que “é um produto que se deteriora com facilidade devido às suas características fisiológicas”.

Considerando a rápida deterioração do maxixe em condições ambientais, investigar e propor uma nova forma de consumo do maxixe, que não apenas a as forma já existentes, poderiam trazer possíveis ganhos para todos os envolvidos no setor, além de reduzir as perdas, mantendo níveis satisfatórios em termos nutricionais e sensoriais.

4.3.3 Processamento de Farinhas Obtidas de Hortaliças

O regulamento técnico nº 263 da Anvisa (BRASIL, 2005, p. 3), que estabelece a identidade e as características mínimas de qualidade para produtos de cereais e derivados, define as farinhas como sendo “os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”, portanto, a obtenção de farinha a partir de hortaliças possui sustentação na legislação e nos órgão responsáveis em padronizar e normatizar a matéria em questão no país.

As farinhas devem ser nomeadas de acordo com o nome do vegetal que lhe deu origem, são classificadas de acordo com as suas características, podendo ser do tipo simples, de uma só espécie vegetal, ou do tipo mista; obtido pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais; devem ser fabricadas a partir de matérias primas limpas, isentas de matéria terrosa e parasitos. Não podem estar úmidas, fermentadas ou rançosas (BRASIL, 1978a).

As farinhas de origem vegetal são geralmente alimentos ricos em fibras e se prestam muito bem como alternativa à redução da alta perecibilidade dos produtos *in natura*, uma vez que seu processamento resulta num produto com maior tempo de vida útil para o consumo, podendo ser mantido à temperatura ambiente por mais tempo. Além de manter suas propriedades nutricionais e maior disponibilidade, elas também oferecem a possibilidade de serem facilmente adicionadas a outros produtos compondo outras farinhas e a partir desta desenvolver novos produtos e/ou preparações.

São inúmeros os estudos realizados com o intuito de substituir o trigo por outras fontes de fibras, nesse sentido a obtenção de farinhas a partir de produtos *in natura*, o aproveitamento de resíduos, vem ganhando espaço enquanto recursos alternativos na alimentação e despertando interesse da indústria alimentícia, principalmente na área de

panificação. Segundo a Resolução CNPPA N° 12 de 1978, da ANVISA, é permitido para fins de panificação, adicionar farinhas de outras origens à farinha de trigo comum (BRASIL, 1978a).

Vegetais como a beterraba (*Beta vulgaris* L.), a cenoura (*Daucus carota* L.) e o espinafre (*Spinacia oleracea* L.), fora dos padrões de qualidade para comercialização, denominados de não conformes à comercialização, que sofreram injúria, desconformidade de cor, tamanho ou peso, foram transformados em farinhas de boa qualidade, cujo produto apresentou níveis elevados de minerais, com padrões microbiológicos e tecnológicos satisfatórios, recomendando a mesma na incorporação da dieta de adultos e crianças (ZANATTA; SCHLABITZ; ETHUR, 2010).

Alguns autores produziram cookies com 15% de farinha de talos de couve (*Brassica oleracea* L.) (FTC) e com 15% de farinha de talo de espinafre (*Spinacia oleracea* L.) (FTE) em substituição a farinha de trigo, apresentando as farinhas altos valores de fibras e minerais (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010).

A incorporação de 30% de farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima* Duchesne) em substituição a farinha de trigo, na confecção de panetone, enriqueceu o produto em teor de fibra e níveis significativos de proteína, com aceitabilidade geral de 90% pelos provadores (SANTANGELO, 2006).

A elaboração e análise física e química de farinha de berinjela pura (*Solanum melongena* L.) resultaram num produto com elevado teor de fibra alimentar, proteína, cinzas e açúcares totais. Sua adição à farinha de trigo proporcionou significativos aumentos para teores de nutrientes da farinha mista, credenciando seu uso na elaboração de produtos de panificação, apresentado como vantagem tecnológica a maior capacidade de absorção de água que aumenta o rendimento da massa e fácil homogeneização, pois foi possível produzi-la na mesma granulometria da farinha de trigo (PEREZ; GERMANI, 2004).

O brócolis (*Brassica oleracea* Plenck var. *itálica*) destaca-se como fonte rica de vitaminas e com substâncias com atividade anticarcinogênicas, seu consumo é restrito a inflorescência resultando no descarte de outras partes vegetativas, como alternativa de redução ao desperdício e melhor aproveitamento integral desse vegetal foi elaborada uma farinha dos talos do brócolis, como fonte de minerais e fibras, sendo a mesma utilizada para formulação de massa alimentícia (MALUCELLI et al., 2009).

4.3.4 Principais Análises de Controle de Qualidade de Farinhas

Transformar um alimento envolve um encadeamento de várias operações unitárias, cuja associação e sequência de operações são determinantes na natureza e qualidade do produto final (FELLOWS, 2008). Para tanto, serão abordados alguns parâmetros tecnológicos como o estudo da a_w e obtenção das isotermas, cor e análise microbiológicas, importantes nas operações de processamento, armazenamento e acondicionamento, considerados relevantes para a produção de farinha de maxixe.

4.3.4.1 Atividade de água (a_w)

Entre as propriedades de maior importância para as operações de processamento, conservação e armazenamento de alimentos está a atividade de água. A atividade de água (a_w) pode ser entendida como a intensidade de ligação exercida pela água em relação aos demais constituintes do alimento (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010; BOLZAN, 2013). A a_w é a medida do estado de energia da água em um sistema, num conceito mais atual. Tem como função quantificar o grau de ligação da água presente no alimento, verificando sua disponibilidade para atuar como solvente e participar das transformações microbiológicas, químicas e bioquímicas (MELONI, 2003).

A água existe nos alimentos sob duas formas, uma fortemente ligada aos constituintes dos alimentos, de forma intrínseca em nível estrutural molecular e praticamente está indisponível para reação de deterioração, denominada de monocamada de água BET (Brunauer-Emmett-Teller); e a fracamente ligada, que pode servir de veículo para crescimento de micro-organismos e reação químicas e bioquímicas, que causam alterações indesejáveis aos alimentos.

Dentre as análises bromatológicas o teor da água é protagonista, mas quando é preciso inferir quanto à conservação, a vida de prateleira e estabilidade de um produto, ela se torna secundária (FELLOWS, 2008; BOLZAN, 2013).

A água exerce uma pressão de vapor nos alimentos que depende: da quantidade desta, da temperatura e dos solutos dissolvidos na mesma. A a_w é definida pela Lei de Raoult, é expressa como a razão da pressão de vapor de água no alimento (P) e a pressão de vapor saturada de água (P_0) na mesma temperatura (Equação 3),

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (3)$$

Conforme Fellows (2008) a maioria dos fungos, leveduras e bactérias é inibida abaixo de $a_w=0,7$, $a_w=0,8$ e $a_w=0,9$ respectivamente. Já atividades enzimáticas chegam quase a se anular em a_w abaixo do valor de monocamada BET, em virtude da baixa mobilidade do substrato e sua inabilidade em difundir-se. Aa_w varia de 0, que refere-se a ausência de água disponível a 1, que refere-se a água pura. A reação de Maillard, que causa escurecimento, e a oxidação dos lipídeos, que ocorre pela ação de radicais livres, são as reação mais importantes desencadeadas em a_w com baixos valores, menores que 0,2 (FELLOWS, 2008).

A $a_w = 0,6$ é limitante para o desenvolvimento microbiano, por esse motivo os alimentos desidratados são considerados estáveis do ponto de vista microbiológico, pois os microrganismos contaminantes não encontram condições favoráveis ao crescimento nesses produtos, incluindo-se uma tendência para diminuir o número de células viáveis (GAVA.; SILVA; FRIAS, 2010).

As isotermas de sorção de água são elementos gráficos que relacionam o teor de água de equilíbrio com a sua a_w . Indica a a_w na qual o alimento encontra-se estável, para cada alimento há um conjunto particular de isotermas sob um gradiente de temperatura, cujo comportamento terá influência da estrutura física, composição química e o conteúdo de água ligada ao alimento (ORDÓNEZ PEREDA, 2005; FELLOWS, 2008). O estudo e a manipulação dessas variáveis permitem várias aplicações: prever modificações do teor de água na a_w , seus efeitos na estabilidade de armazenagem; verificar a taxa e a capacidade de secagem; determinar temperaturas ideais de armazenamento por congelamento; verificar as propriedades de barreiras à umidade em materiais de embalagens (FELLOWS, 2008); melhorar processos de conservação e desidratação de alimentos; e planejar novos produtos com características mais estáveis (ORDÓNEZ PEREDA, 2005). Uma isoterma de sorção de água pode ser obtida em duas direções: durante a secagem (dessorção) ou durante a hidratação (adsorção) do material (TONELI, 2006).

4.3.4.2 Cor instrumental

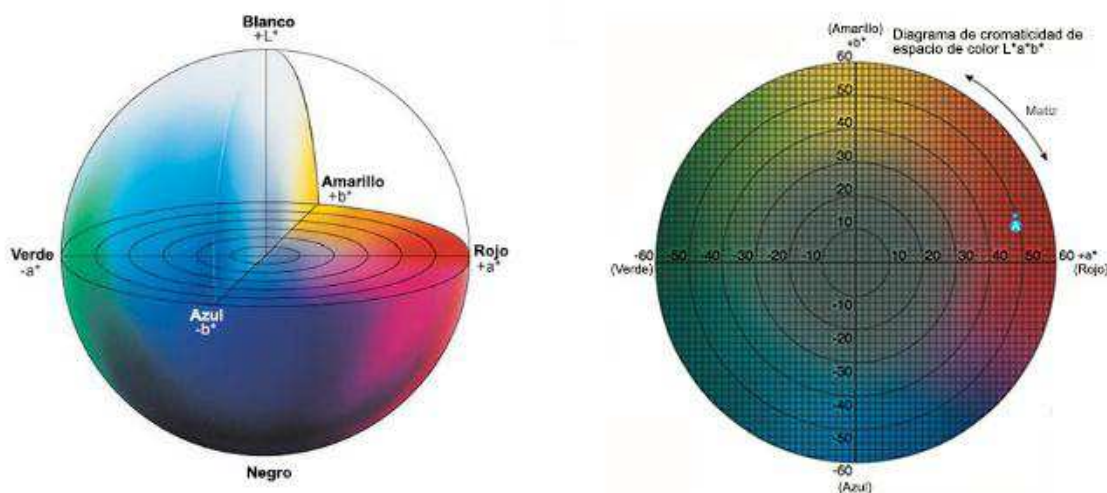
O primeiro contato do indivíduo com o alimento é por meio da visão, ou em menor grau pelo olfato. Geralmente o estímulo visual antecede os estímulos dos demais sentidos (olfato, tátil e o paladar), por isso a importância da cor nos alimentos. A cor e a

aparência são as primeiras sensações experimentadas pelo consumidor, que o conduzirá a decidir pela aceitação, repulsa ou indiferença ao produto ou alimento (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Durante o processamento térmico e armazenamento muitos dos pigmentos naturais (clorofilas, carotenóides, antocianinas etc) são perdidos em virtude de mudanças do pH ou por oxidação. Desta maneira, embora tenha suas vantagens, o alimento processado pode perder sua cor e valor comercial (FELLOWS, 2006).

Em 1976, o *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) criou o sistema CIE Lab (L^* , a^* , b^*), é um modelo cromático usado normalmente para descrever todas as cores possíveis de serem percebidas pelo olho humano (HOFFMANN, 2008), no qual a cor é expressa numericamente, com uma posição/localização única, em um espaço tridimensionalmente esférico com três eixos perpendiculares, são ele: L^* (luminosidade), que varia numa escala em que $L^*=0$ corresponde a preto e $L^*=100$ ao branco; o eixo de cromaticidade a^* variando do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$); e o eixo de cromaticidade b^* variando do azul ($-b^*$) ao amarelo ($+b^*$) (MCGUIRE, 1992), conforme Figura 4.2.

Figura 4.2 – Ilustração do diagrama de cromaticidade L^* a^* b^* .



Fonte: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab>

Para determinação de cor os principais equipamentos usados são o colorímetro e espectrofotômetro, sua operação permite perceber e registrar diferenças minuciosas existente entre as cores (MORI et al., 2005).

Os pigmentos nos alimentos são instáveis e suscetíveis às reações químicas e bioquímicas que, ocorrem durante o processamento ou armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Geralmente, para as farinhas brancas as coordenadas de cor possuem luminosidade (L*) superior 93, cromaticidade a* próximo a zero, inferior a 0,5 ou negativo, e para cromaticidade b* valor inferior a 8 (ORTOLAN; HECKTHEUER; MIRANDA, 2010).

4.3.4.3 Análises microbiológicas

O conceito de segurança alimentar até pouco tempo, num sentido mais restrito, se referia a assegurar o abastecimento de alimento à população em quantidades necessárias. Com a I Conferência Nacional de Segurança Alimentar, ocorrida em 1994, o conceito se ampliou, e foram inclusos aspectos nutricionais e de qualidade, priorizando a garantia da “*qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica dos alimentos e seus aproveitamentos, estimulando práticas alimentares e estilo de vida saudáveis*”, que traduz-se em ofertar alimentos que atendam as necessidades nutricionais da população, e não apenas de calorias, alimentos isentos de contaminação de qualquer natureza, alimentos produzidos dentro de padrões tecnológicos que atendam aos cuidados com a saúde e o bem estar do consumidor (BRASIL, 1995, p.91).

O princípio básico da conservação dos alimentos, quantos aos aspectos microbianos, está pautado na destruição do microrganismo e no estabelecimento de barreiras que impeçam o acesso destes ao alimento, por diferentes meios (desidratação, refrigeração, agentes químicos), inibindo seu crescimento e atividade (CARVALHO, 2010; GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

Na área dos alimentos, existem duas classes principais de microrganismos, os classificados de contaminantes e os úteis ao homem. Os contaminantes são os que oferecem risco potencial à qualidade do alimento ou à saúde, estes ainda se subdividem em deteriorantes, patogênicos e os indicadores. Os deteriorantes alteram as características organolépticas, de forma que estragam o alimento, afetando sua qualidade. Os patogênicos causam doenças se ingeridos suas células (viáveis) ou seus metabólitos tóxicos. Os indicadores são empregados na avaliação das condições higiênico-sanitárias e do processamento do alimento. Os úteis são aqueles utilizados no processo de produção de alimentos, a exemplo dos pães, queijos, iogurtes etc. Dentre a biota de interesse para o homem, em estudos com alimentos tem-se: bactérias, fungos (bolors e leveduras), vírus, as

riquétias (organismos intermediário entre bactérias e vírus), protozoários e helmintos (GAVA; SILVA; FRIAS, 2010).

No Brasil, a ANVISA é o órgão que estabelece as normas e padrões para alimentos, e por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 12 de 02 de janeiro de 2001, fixa os padrões microbiológicos sanitários para alimentos (BRASIL, 2001).

Para tanto, ofertar uma farinha de maxixe como um alimento seguro, se faz necessário sua análise microbiológica para se verificar se a mesma atende às exigências da legislação, podendo ser consumida pela população sem oferecer riscos à saúde.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Local de Execução da Pesquisa

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité. A elaboração da farinha foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA); as análises bromatológicas e toxicológica da farinha do maxixe foram executadas nos Laboratórios de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e Laboratório de Bromatologia (LABROM); ensaio de cor e isotermas de adsorção foram realizadas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), *Campus* de Campina Grande. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, *Campus* de João Pessoa.

4.4.2 Aquisição e Critérios de Seleção dos Frutos

Conforme descrito no Capítulo 2.

4.4.3 Processamento da Farinha de Maxixe

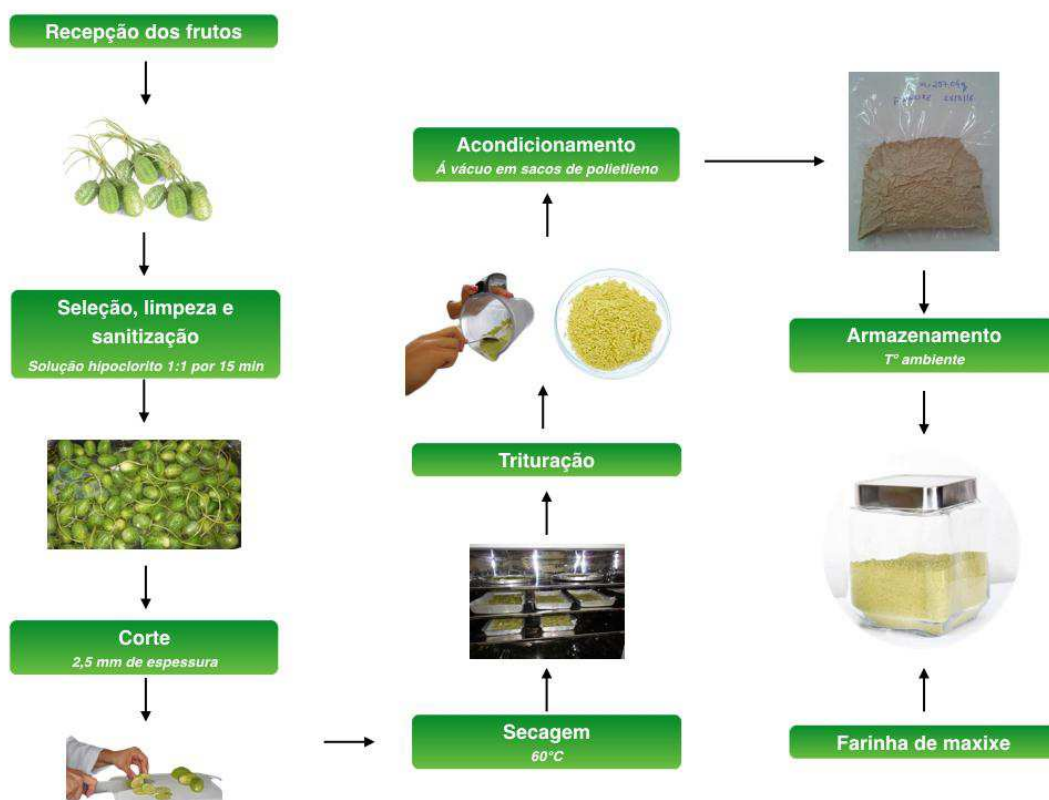
O pré-tratamento e o corte dos frutos foram realizados conforme descrito no item do Capítulo 1, e os parâmetros de secagem dos frutos estabelecidos conforme resultados do item 3.5 do Capítulo 3.

Para obtenção da farinha de maxixe o material resultante da secagem foi submetido à trituração em liquidificador doméstico (Philips 600 W), peneiramento, em peneira doméstica, até se obter um material uniforme, que foi acondicionado em sacos de polietileno, selados a vácuo, identificados, datados e armazenados em temperatura ambiente, para uso em análises posteriores.

O processamento da farinha de maxixe trata-se de uma operação de fácil execução, baixa complexidade, e embora a análise de custo não tenha sido contemplada nos objetivos desta pesquisa, acredita-se que possa ser viável a relação custo-benefício, tendo em vista a redução de perdas do produto que é alta, a possibilidade de ganhos para os produtores/processadores, a oferta de um novo produto funcional ou nutracêutico ao mercado consumidor, com a perspectiva de além de nutrir, prevenir doenças.

Para obtenção da farinha de maxixe, os frutos foram processados conforme os procedimentos no Fluxograma apresentado na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Fluxograma das etapas de processamento da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).



Fonte: Autora

4.4.4 Análises Realizadas com a Farinha de Maxixe

Entre as análises realizadas para caracterizar a farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) estão teor de água, cinzas, lipídios, proteína bruta, fibra bruta, energia, pH e acidez titulável, sendo as mesmas analisadas para os frutos *in natura*, cujas metodologias foram referenciadas no Capítulo 2. As demais estão relacionadas a seguir. Obteve-se o rendimento da farinha fazendo-se a relação da massa do material *in natura*, com a massa obtida depois da secagem.

4.4.4.1 Cor instrumental

A farinha de maxixe armazenada durante 7 dias foi submetida à análise física de cor instrumental. Para determinação da cor foi utilizado um espectrofotômetro portátil, Hunter LabMiniScan XE Plus, modelo 4500 L, que forneceu a leitura do parâmetro L^* que define a luminosidade que varia de 0 a 100 ($L^*=0$ – preto e $L^*=100$ – branco), e dos parâmetros a^* e b^* , estes últimos responsáveis cromaticidade que apresentam a seguinte variação:

- a) do $+a^*$ = vermelho ao $-a^*$ = verde
- b) do $+b^*$ = amarelo ao $-b^*$ = azul

4.4.4.2 Atividade de água e isothermas de adsorção de água

Utilizou-se o método estático-indireto (CAPRISTE; ROTSTEIN, 1982), e as leituras de atividade de água das amostras de farinha, em triplicatas, foram obtidas com o AQUALab 3TE (Decagon) a 25°C. A determinação das isothermas de adsorção foi realizada para amostra da farinha de maxixe com a melhor condição de temperatura de secagem, que foi 60°C, definida com a cinética de secagem (Capítulo 3), o teor de água de equilíbrio em base seca foi verificado pela relação entre a massa de água e a massa seca das amostras. Os modelos matemáticos de Peleg, Gab e Oswin (Quadro 4.1) foram ajustados aos dados experimentais das isothermas de adsorção de água das amostras usando-se o programa Statistica versão 5.0, por meio de regressão não-linear.

Quadro 4.1 - Modelos matemáticos para ajuste das isothermas de adsorção.

Modelo	Equação	Referências
Peleg	$X_e = K_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2}$	Park; Bin; Brod (2001)
Oswin	$X_e = a \left[\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right]^b$	Alexandre; Figueiredo; Queiroz (2007)
GAB	$X_e = \frac{X_m \cdot C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k_w + C k a_w)}$	Donato (2015)

Onde: X_e – teor de água de equilíbrio; a_w – atividade de água; X_m – teor de água na monocamada; C e K – parâmetros que dependem da temperatura e da natureza do produto; K_1 , K_2 , n_1 , n_2 , a e b – constantes da equação.

Os critérios empregados na determinação do modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foram: o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P), obtido pela Equação 4.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{[(X_{exp} - X_{pred})]}{X_{pred}} \quad (4)$$

Onde:

P = desvio percentual médio (%)

X_{exp} = valores obtidos experimentalmente

X_{pred} = valores preditos pelo modelo

n = número de dados experimentais

4.4.4.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas da farinha de maxixe foram realizadas antes da análise sensorial do produto, para avaliação da qualidade microbiológica e atendimento ao consumo humano, seguindo-se as recomendações da ANVISA na Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos destinados ao consumo humano.

Para a farinha de maxixe, por se tratar de um produto original, as análises se nortearam pelo que está recomendado para as farinhas, massas alimentícias, produtos para e de panificação (industrializados e embalados) e similares referidas na resolução. Portanto, as análises microbiológicas realizadas para farinha de maxixe foram para os micro-organismos *Bacillus cereus*, Coliformes e *Salmonella*, conforme a Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) utilizando metodologias preconizadas por Vanderzant e Spplittstoesser (1992).

4.4.4.4 Análise toxicológica

Realizou-se teste de toxicidade com a farinha de maxixe, de acordo com a adaptação da metodologia proposta por Meyer et al. (1982), usando náuplios do microcrustáceo *Artemia salina* como organismo teste, descrita no Capítulo 2.

4.4.5 Análises dos Dados

Foram calculadas as médias, com os respectivos desvios padrão utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows. Para as isotermas usou-se o *Statistica* 8.0.

Para o teste de toxicidade os dados foram analisados pelo Probit com o software *Statistica* 8.0, considerando o intervalo de confiança a 95%, para se calcular o CL_{50} da amostra.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Cor Instrumental

A cor é uma característica de qualidade e preferência do consumidor. Conforme a Tabela 4.1 as coordenadas (L^* , a^* e b^*) determinadas para cor da farinha de maxixe foram: luminosidade positiva ($L^*=63,90$) tendendo a clara; a intensidade de verde foi $-a^*=-2,24$; a intensidade de amarelo foi $+b^*=31,36$. Desta forma, houve uma predominância da cor verde amarelada para farinha de maxixe, em virtude da presença de clorofilas e carotenóides na amostra. Ressalta-se que valores elevados de b^* podem indicar prevalência dos carotenóides sobre outros pigmentos (BENEVIDES et al., 2008).

Tabela 4.1 - Resultado da coordenada de cor instrumental obtido para farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.)

Parâmetros	Farinha de Maxixe
Luminosidade (L^*)	63,90±0,35
Intensidade de verde ($-a^*$)	-2,24±0,10
Intensidade de amarelo ($+b^*$)	31,26±0,55

A literatura referencia comportamentos similares ao do presente estudo com outros tipos de frutos. Foi encontrada a predominância da cor amarela na atemoia (*Annona squamosa* L.) em pó, em estudo de secagem por aspersão realizada com da polpa da fruta (MELO, 2012). A secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. Keitt (*Mangifera indica* L.), com coordenadas de cor $L^*=44,20$, $+a^*=12,23$ e $+b^*=45,64$, também apresentou predominância do amarelo (GUIMARÃES, 2014). Foi constatado um relevante aumento da intensidade do amarelo ($+b^*$) com o aumento da temperatura de secagem de polpa de melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) por aspersão, quando se aplicou as temperaturas 145, 155, 165 e 175°C (QUEK; CHOK; SWEDLUND, 2007).

4.5.2 Caracterização Química e Físico-química da Farinha de Maxixe

O rendimento da produção da farinha de maxixe não foi muito expressivo, pois um quilograma de frutos *in natura* rendeu 6,49% de farinha, no entanto foi muito superior aos rendimentos obtidos por Mauro, Silva e Freitas (2010) ao produzirem farinha de talos de couve e farinha de talos de espinafre, cujos rendimentos foram 1,54 e 0,66%, respectivamente, em um quilograma de talos. Malucelli et al. (2009) obtiveram um rendimento de 5,76% para farinha elaborada a partir dos talos de brócolis. Foi de 0,85% o rendimento para farinha da entrecasca de melancia determinada por Pereira, Miguel e Carvalho (2010) e de 1,28% por Guimarães, Freitas e Silva (2010) para farinha da entrecasca de melancia.

Na Tabela 4.2 constam os resultados das análises de nutrientes determinadas para caracterização da farinha de maxixe.

Tabela 4.2 – Características químicas e físico-químicas da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.)

Parâmetros	Farinha de Maxixe
Acidez Titulável (%)	7,60 ±0,00
pH	5,46 ±0,01
Teor de água (%)	11,71 ±0,09
Cinzas (%)	10,34 ±0,58
Lipídios (%)	3,44 ±0,02
Proteínas (%)	0,43 ±0,05
Carboidratos (%)	74,35 ±0,37
Fibras (%)	14,77 ±0,33
Energia (kcal/100g)	330,71 ±0,07

A acidez encontrada foi de 7,90%, tornou-se elevada se comparada ao fruto *in natura* que foi de 2,50 (ver Capítulo 2), presumisse que o processo de secagem tenha levado a uma concentração dos ácidos orgânicos, resultando em acréscimo do mesmo na farinha de maxixe. Esse dado se portou muito acima do que está fixado pela CNNPA n°12 de 1978 (BRASIL, 1978), para algumas farinhas vegetais na legislação, que variam de 2,0 a 5,0%. Uma acidez elevada é satisfatória para o estado de conservação dos alimentos; no entanto,

pode ser desfavorável para os aspectos sensoriais do alimento, principalmente para o atributo sabor. Em suas análises com farinhas Zanatta, Schlabitz e Ethur (2010) encontraram acidez de 8,26% para a farinha de cenoura, de 7,12% para a farinha de beterraba e 9,45% para farinha de espinafre, sendo também consideradas elevadas, corroborando com a característica ácida própria dos vegetais.

O pH de 5,46 foi maior que os determinados por Zanatta, Schlabitz e Ethur (2010), que verificaram um pH 4,68 para farinha de cenoura, 4,91 para farinha de beterraba e 4,98 para farinha de espinafre; e próximo a da farinha de polpa e cascas de melancia que foi de 5,23 (PORTELA, 2009). Valor inferior foi ao obtido por Santangelo (2006) com pH 6,16, ao analisar a farinha de semente de abóbora. Reforça-se que acima de 6 o pH pode favorecer a reação de Maillard (AMORIM, SOUSA; SOUZA, 2012), o que pode comprometer a cor de farinhas diminuindo a aceitação deste atributo.

O teor médio de água encontrado para farinha de maxixe foi 11,71%, estando abaixo do valor máximo para teor de umidade estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1978a), que é de 15% para farinhas derivadas de vegetais. Logo, a farinha de maxixe encontra-se de acordo com a legislação podendo ser considerada um alimento estável, tendo em vista que apresentou um teor de água dentro de parâmetros que, possivelmente, inviabilizam o crescimento e a proliferação microbiana. Em farinhas com teores de água superiores a 14% os grânulos tendem a se aglutinar formando grumos, que na elaboração de pão poderá prejudicar a produção de massa por processo contínuo, em que a farinha e água precisam fluir uniformemente para manter a proporção destes na mistura (EL-DASH; GERMANI, 1994). Tendo em vista que os resultados desse estudo podem ser considerados originais e de referência para outros estudos, visto que não foi encontrada nenhuma citação para farinha de maxixe na literatura, as inferências feitas nesta pesquisa se reportaram a dados referentes a outras farinhas vegetais. Teor de água superior ao da farinha de maxixe foi determinado para farinha de resíduo de brócolis, com 15,1% (MALUCELLI et al., 2009). Outros estudos apontaram teores de água inferiores a esse estudo, foram eles: 9,06% para Farinha da Entrecasca de Melancia (FEM) obtida por secagem em estufa com circulação de ar a 65 °C por 22 horas (GUIMARÃES; FREITAS; SILVA, 2010), 7,56% para farinha de berinjela, obtida em secador de cabine, a 60°C, com circulação de ar por 24 horas (PEREZ; GERMANI, 2004) e 5,86% (SOARES et al., 2012); 6,09% em farinha da casca do maracujá (SOUZA; FERREIRA; VIEIRA, 2008); 5,80% em farinha de talos de couve e 4,74% para farinha de talos de espinafre (MAURO et al., 2010), com secagem dos talos feita em estufa ventilada a 65 °C por 18 horas.

O teor médio de cinzas foi de 10,34%, bastante elevado quando comparado ao fruto *in natura* com 0,77% (ver Capítulo 2), possivelmente explicado pela concentração dos resíduos inorgânicos com o processo de desidratação, podendo conferir a farinha de maxixe a denominação de alimento com elevado aporte de minerais, substituindo outras fontes de alimentos ricos nesses micronutrientes. Sendo necessário um estudo para qualificar e quantificar esses elementos na farinha de maxixe. Considerando que não existem parâmetros de teores de cinzas para farinhas integrais, aquelas obtidas da moagem de partes comestíveis de vegetais, a legislação (BRASIL, 1978) se reporta apenas a farinha de trigo comum e a farinha de trigo integral fixando esses teores em 1,0 e 2,0%, respectivamente. O teor de cinzas da farinha de maxixe foi muito superior ao referido pela legislação vigente, o que remete a um elevado teor de minerais. Valores bem inferiores foram encontrados na farinha de berinjela - 6,40% (PEREZ; GERMANI, 2004) e na farinha da entrecasca da melancia - 2,22% (FERNANDES et al., 2008).

Para lipídios, proteína bruta e carboidratos neste estudo determinou-se valores de 3,44%, 0,43% e 74,35%, respectivamente, valores que se elevaram quando comparados aos teores no maxixe *in natura* (0,43%, 0,24% e 6,62%, respectivamente) (ver Capítulo 2), de acordo com o esperado, tendo em vista que esses nutrientes foram concentrados por meio da secagem. Foi encontrado na farinha de entrecasca de melancia os seguintes teores: lipídios - 0,1%, proteína - 10,95% e carboidrato - 38% (PEREIRA, MIGUEL; CARVALHO, 2010); em farinha de berinjela 1,88% de lipídios, 16,27% de proteína e 1,33% de carboidratos (PEREZ; GERMANI, 2004); na farinha de polpa e casca de melancia 1,61% de lipídios e 10,44% de proteína (PORTELA, 2009); em farinha de resíduo de brócolis obtiveram 2,6% de lipídios, 15,8% de proteína e 35% de carboidratos (MALUCELLI et al., 2009). A farinha de maxixe superou de forma significativa os teores de lipídios e carboidratos em comparação às farinhas supracitadas, sendo estes nutrientes os que conferem maior energia calórica ao produto.

O conteúdo de fibras de 14,77% foi muito inferior aos quantificados em diversas farinhas: 28,33% na farinha da entrecasca de melancia (PEREIRA; MIGUEL; CARVALHO, 2010); 44,12% na de berinjela (PEREZ; GERMANI, 2004); 18,40% na de brócolis (MALUCELLI et al., 2009). No entanto, foi muito superior ao valor obtido por Fernandes et al. (2008) - 1,46%, quando analisaram a farinha de casca de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), que consideraram esse valor satisfatório. No maxixe *in natura* o teor de fibras quantificado foi de 21,47%, superior ao da farinha, ao contrário dos demais nutrientes, deduz-se que o peneiramento da amostra, com o intuito de uniformizar a farinha, tenha implicado em perdas desse nutriente, o que resultou nesse decréscimo.

O valor de energia de 330,71 kcal/100g foi relativamente próximo a 292 kcal/100g encontrado na farinha de casca de batata (FERNANDES et al., 2008), e mais calórica do que a farinha da entrecasca de melancia com 192,75 kcal/100g (GUIMARÃES, FREITAS; SILVA, 2010). A desidratação e consequente concentração dos nutrientes atribuíram maior valor calórico a farinha de maxixe, provavelmente provenientes dos lipídios e carboidratos, que são moléculas de maior valor energético. No fruto *in natura* a energia foi 27,86 kcal/100g (ver Capítulo 2), muito inferior ao da farinha, que teve um incremento bastante elevado.

A criação e difusão de um novo produto ou matéria-prima como a farinha de maxixe possui potencial para despertar o interesse de produtores e/ou processadores em produzir e comercializar tal produto. Além disso, destaca-se a importância de estimular estudos de melhoramento do produto, de ampliação da aplicação do mesmo, primordialmente no setor de panificação, ou outros setores alimentícios como de sopas, caldos, alimentos infantis. Podendo, também apeter os consumidores, com a nova formatação dada ao maxixe e dos benefícios funcionais que ele possa oferecer, àqueles que por questões culturais e ou sensoriais não apreciem seu consumo *in natura*, assim como diversificar o seu uso.

Em virtude da sua rápida deterioração na forma *in natura*, o processamento de maxixe traria efeitos positivos no setor produtivo, uma vez que poderia estimular a sua produção, ampliando áreas de cultivo, gerando mais renda para os produtores, criando um novo canal de comercialização para os produtores com as agroindústrias, de forma que o escoamento da produção não se destinaria apenas ao mercado consumidor na forma *in natura*, possibilitando agregar valor ao produto, podendo o produtor optar em selecionar o que iria para o consumo *in natura* e o que seguiria para o processamento.

Usando estas duas vias, produtores mais capitalizados ou associações de produtores poderiam verticalizar o processamento, ao invés de só fornecer matéria-prima para indústria, poderiam absorver essa etapa de processamento; incrementariam o setor de processamento criando-se mais uma alternativa de transformação para as agroindústrias. Seria mais uma oferta de produto para o mercado consumidor final, obedecidas às exigências com a legislação que trata da segurança alimentar.

Vendo a produção de uma forma sistêmica, o processamento do maxixe possibilitaria contribuir para consolidação/organização de uma cadeia produtiva em nível local, unindo os elos da cadeia, os agentes/atores envolvidos, abrindo novas perspectivas para o setor. Lembrando que a identificação desses atores requer estudo e planejamento das ações, envolvimento do setor público e privado para que esta seja estruturada de forma satisfatória, e

pautada nos princípios de produção sustentável, alinhando os ganhos econômicos, com respeito ao ambiente, e com saúde e satisfação do consumidor, que tem se tornado mais exigente.

4.5.2.1 Atividade de água (a_w) e isothermas de adsorção

Na Tabela 4.3 encontra-se o valor médio da atividade de água ($0,358\pm 0,003$) verificado para farinha de maxixe. O processo de desidratação reduziu a baixos níveis a atividade de água na farinha de maxixe ($0,385$), o que reduz severamente o crescimento microbiano e demais reações químicas e bioquímicas dependentes da atividade de água, conferindo boa estabilidade ao produto, contribuindo para maior conservação do mesmo, conseqüentemente, aumentando a vida de prateleira.

Tabela 4.3 - Valor médio da atividade de água (a_w) determinada para farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Amostra	Atividade de água (a_w)
Farinha de maxixe	$0,358\pm 0,003$

Sabe-se que vegetais e demais alimentos frescos encontram-se numa faixa de atividade de água superior a $0,98$ (ORDÓNEZ, 2005), posicionando-se nesse patamar os alimentos de altíssima perecibilidade. Valores muito inferiores de a_w foram verificados por Zanatta et al. (2010), correspondendo a $0,11$, $0,10$ e $0,11$ para farinhas de beterraba, cenoura e espinafre, respectivamente.

Tem-se na Tabela 4.4, os valores dos parâmetros dos modelos de Peleg, Oswin e GAB ajustados às isothermas de adsorção de água da farinha de maxixe, com os respectivos coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P), na temperatura de 25°C , com temperatura de secagem a 60°C , com espessura de camada a $2,5$ mm.

De acordo com os valores obtidos para os coeficientes de determinação (R^2) para os desvios percentuais médios (P), verifica-se que todos os modelos (Peleg, Oswin e Gab) apresentaram R^2 acima de $0,99$ e desvios percentuais menores que 10% . Devem ser evitados modelos com $P > 10\%$ para estimar as isothermas de adsorção de água (GUIMARÃES, 2014).

Desta forma, os três modelos podem ser usados na predição das isotermas de adsorção de água da farinha de maxixe. O modelo de Peleg foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais da farinha de maxixe.

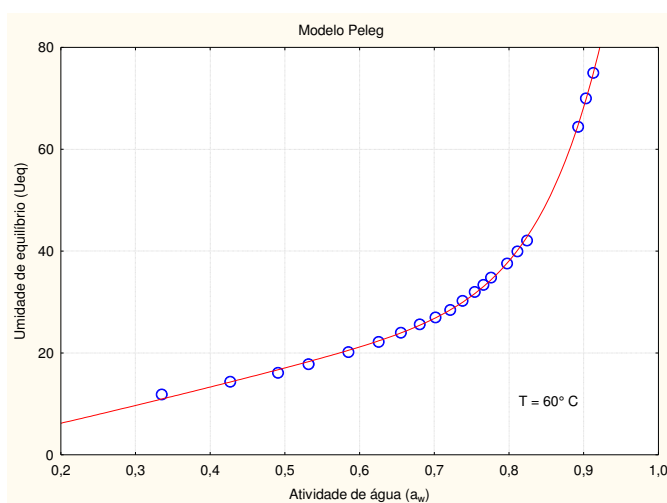
Tabela 4.4 -Parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P), dos modelos Peleg, Oswin e GAB ajustados às isotermas de adsorção de água da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Modelo Peleg					
Parâmetros					
k_1	n_1	k_2	n_2	R^2	P
36,5200	1,1015	116,8226	11,2406	0,9995	1,33
Modelo Oswin					
Parâmetros					
a	B		R^2	P	
15,3972	0,6716		0,9969	3,65	
Modelo GAB					
Parâmetros					
X_m	c	K	R^2	P	
8,6374	60,8492	0,9701	0,9996	1,60	

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 mostram as representações gráficas das isotermas de adsorção de água da farinha de maxixe secada por convecção a 60°C, com ajuste pelos modelos de Peleg, Oswin e GAB. As isotermas de adsorção de água foram determinadas a 25 °C, uma vez que esta é uma temperatura de referência, dentre da faixa de temperatura ambiente, devendo ser considerada quanto ao armazenamento da amostra.

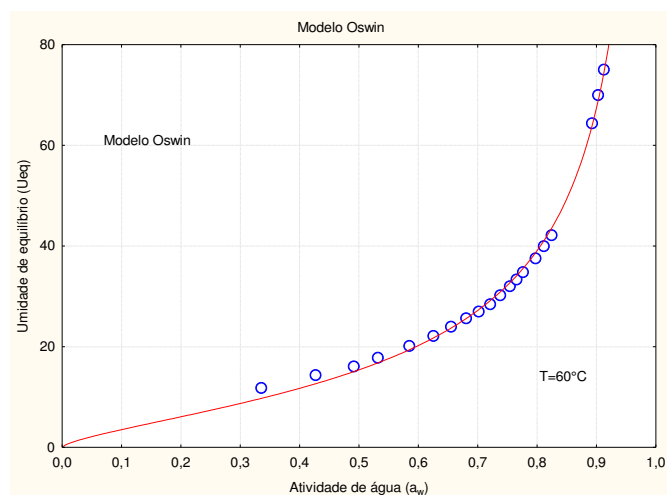
O modelo de Peleg foi o que apresentou melhor resultado na predição das isotermas de adsorção de água da pitanga (*Eugenia uniflora* L.) em pó, desidratadas nas temperaturas 10, 20, 30 e 40°C, cujo R^2 foi superior a 0,98 e P menor que 4% (ALEXANDRE; FIGUEREDO; QUEIROZ, 2007).

Figura 4.4 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) desidratada a 60°C por convecção, com ajuste pelo modelo de Peleg.



Para Donato (2015) o modelo de Peleg foi considerado o melhor modelo para representar as isotermas de adsorção de água a 20, 30 e 40°C, da biomassa de *Spirulina* desidratada por diferentes métodos e temperaturas de secagem, por convecção (40, 50 e 60°C), por liofilização e por aspersão (150, 170 e 190°C).

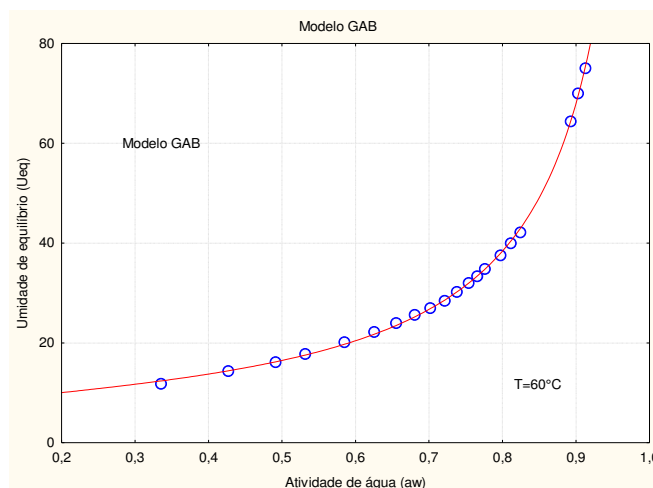
Figura 4.5 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) desidratada a 60°C por convecção, com ajuste pelo modelo de Oswin.



Os modelos de GAB e Oswin apresentaram bons ajustes aos dados experimentais ambos representando as isotermas de adsorção de água para as polpas de manga espada e coité em pó, obtidas por secagem em estufa à vácuo à temperatura de 61°C, tendo vista que apresentaram maiores coeficientes de correlação (R^2) que foram 0,999 e 0,998 respectivamente, e menores valores para os erro médio (P), com os seguintes resultados,

2,86% (GAB) e 5,14% (Oswin), se sobrepondo aos modelos de BET e Henderson também adotados no trabalho (BEZERRA et al., 2010).

Figura 4.6 – Isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) desidratada a 60°C por convecção, com ajuste pelo modelo de GAB.



O modelo de GAB foi ajustado aos dados de equilíbrio de adsorção da farinha de pupunha (*Bactrisgasipaes*), obtida por secagem em estufa de ar parado a 70°C por 24h, que apresentou um bom ajuste, com R^2 de 0,9991 e 0,9996, verificadas a 15°C e 35°C, respectivamente.

Segundo a classificação estabelecida por Blahovec (2004), a isoterma de adsorção de água da farinha de maxixe realizada a 25°C, pode ser enquadrada como do tipo II. Pois, curvas que apresentam valores $0 < K \leq 1$ e $C > 2$ no modelo de GAB, são classificadas como do tipo II (BLAHOVEC, 2004). Neste tipo de curva a água encontra-se pouco ligada e geralmente presente em pequenos capilares, as curvas de isotermas de alimentos apresentam tendência não lineares e formas sigmóides (PRETTE, 2015).

Os modelos de GAB (Guggenheim Anderso-de Boer), Peleg e Oswin são bastante utilizados na representação de produtos alimentícios (MELO, 2012).

4.5.3 Análises Microbiológicas

No quadro 4.2 estão dispostos os resultados obtidos a partir da análise microbiológica da farinha de maxixe. Os resultados estiveram em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada Nº 12 de 02 de janeiro de 2001, que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos, emitida pela

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), constatando que a farinha encontra-se isenta de contaminação, estando apropriada ao consumo humano, atestando que o processo de obtenção da farinha seguiu as Boas Práticas de Fabricação (BPF), recomendadas pela RDC N° 275 de 21 de outubro de 2002, da ANVISA (BRASIL, 2002), sinalizando que foram adotados os cuidados necessários para controle higiênico-sanitário, em todas as operações do processamento (seleção, sanitização, trituração etc.).

Quadro 4.2 - Análise microbiológica da farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Micro-organismos	Contagem
Coliformes Totais (NMP/mL)	< 3
<i>Bacillus Cereus</i> (UFC/mL)	sem crescimento
<i>Salmonella</i> sp.(em 25g)	ausente

Para farinhas, no que se refere a padrões microbiológicos, a legislação brasileira estabelece para coliformes (a 45 °C/g) valores de 10 NMPg⁻¹ e ausência de *Salmonella* sp. em 25g do produto (BRASIL, 2001), estando os resultados desta pesquisa condizentes com a legislação.

4.5.4 Análise de Toxicidade

Tendo em vista os cuidados com a saúde e a preocupação em ofertar um alimento seguro ao consumidor, bem definidos no conceito de segurança alimentar, considerando os constituintes químicos presentes no maxixe *in natura*, a exemplo das cucurbitacinas, compostos fenólicos etc., abordados no Capítulo 2; e por fim, que, o processamento conduziu a uma maior concentração em massa da matéria-prima e, conseqüentemente, dos seus constituintes, tornou-se prudente analisar também a farinha de maxixe quanto a sua toxicidade, cujo resultado está expresso na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Toxicidade com valor da concentração letal (CL₅₀) para farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Amostra	CL ₅₀ (ppm)	Limite de Confiança%		Toxicidade
		- 95	+ 95	
Fruto inteiro	6.081,19	5.386,77	6.775,60	negativa

Tendo em vista que o valor obtido para uma concentração letal em 50% de *A. salinas*, num intervalo de confiança a 95%, foi CL₅₀ >1000 ppm na amostra, este resultado revela a não toxicidade da farinha de maxixe, conferindo a esta o *status* de alimento livre de toxicidade, sendo, portanto, um produto apropriado ao consumo humano. A toxidez de um alimento é um fator primordial para se definir os limites consumíveis deste, embora importante, é pouco notório na literatura (PEREIRA et al., 2012).

Diante dos possíveis constituintes químicos que possam estar concentrados na farinha de maxixe, este estudo revela o potencial nutracêutico que pode ter este alimento. Portanto, é pertinente que estudos posteriores que identifiquem e quantifiquem esses compostos na farinha sejam realizados, a fim de que se confirmem as propriedades nutracêuticas deste produto, uma vez que estas já foram apontadas por outros autores para o fruto *in natura*. Sendo apta ao consumo, a farinha de maxixe pode ser incorporada a farinha de trigo, ou a outras farinhas numa composição mista, podendo, assim, ser usada na preparação de produtos de panificação e confeitaria, com potencial a ser explorado nesse segmento de mercado.

Foram avaliados o potencial toxicológico da erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens* L.), endro (*Anethum graveolens* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), ervas usadas como condimento na culinária nordestina, e as concentrações letais determinadas foram: CL₅₀ de 428 ppm para erva-doce e CL₅₀ de 716,1 ppm para pimenta malagueta, ambas consideradas tóxicas; CL₅₀ 2.624,5 ppm para o endro e CL₅₀ de 3.720,6 ppm para o alecrim, classificadas como não tóxicas (PEREIRA et al., 2015). O valor da concentração letal determinada para farinha de maxixe foi muito superior ao destas ervas, revelando sua atoxicidade. Assim, verifica-se que uma alternativa seria a transformação destes resíduos em pós alimentícios ou farinhas, que além de possuírem diversos componentes, tais como: fibra, vitaminas, minerais, substâncias fenólicas e flavonóides, apresentam efeitos benéficos à saúde, podendo auxiliar na prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis (BRENNAN, 2006).

4.6 CONCLUSÃO

A farinha de maxixe é um produto cuja elaboração, por meio de secagem convectiva, é de fácil operacionalização, um processo de baixo custo, tornando-se viável a sua produção.

Para as coordenadas de cor houve a predominância do verde amarelado.

A farinha apresentou significativos teores de nutrientes em relação ao *fruto in natura*, sendo os valores mais pronunciados para carboidratos (74,35%), energia (330,71%) e cinzas (10,34%), este último sinalizando um elevado teor de minerais, provavelmente presente na farinha, podendo ser um bom aporte desses nutrientes.

O teor de água (11,71%) verificado foi compatível com os parâmetros exigidos pela legislação para farinhas de origem vegetal, que associado a atividade de água satisfatória ($a_w=0,358$) e os resultados negativos para as análises microbiológicas e toxicológica realizadas, confluem para conferir à farinha de maxixe, características tecnológicas desejáveis, contribuindo para uma boa estabilidade e conservação do produto, sendo um alimento considerado seguro e apto ao consumo humano.

O rendimento (6,49%) verificado foi muito satisfatório comparado a outras farinhas obtidas de hortaliças citadas na literatura.

A transformação do maxixe *in natura* em farinha poderá reduzir significativamente as perdas pós-colheita, diversificando o uso dessa hortaliça, podendo ser incorporada a outros produtos, como composição de farinha mista, caldos, sopas e especialmente aos produtos de panificação e confeitaria.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEREDO, R. M. F. DE;; QUEIROZ, A. J. DE M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 11–20, 2007.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUSA, A. O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abobora (Cucurbita maxima). VII **Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. 1999-2004, 2004.**

AZEVEDO FILHO, J. A. DE;; MELO, A. M. T. DE. Caracterização agronômica de genótipos de maxixe. **Horticultura**, p. 1–4, 2014.

BENEVIDES, S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 571–578, 2008.

BEZERRA, T. S. .; COSTA, J. M. C. DA; AFONSO, M. R. A. .; MAIA, G. A. .; ROCHA, E. M. DE F. F. Comportamento higroscópico de pós de manga das variedades coité e espada e avaliação das características físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2186–2192, 2010.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v. 65, n. 4, p. 489–495, 2004.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. SÃO PAULO: VARELA, 2003.

BOLZAN, R. C. **Bromatologia**. Santa Maria, 2013.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Diário Oficial da União, p. 49 – 51, 1978a.**

BRASIL, A. N. D. V. S. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Diaria Oficial da União, 2001. Brasil.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003**. MAPA: 2003.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - rdc nº 275, de 21 de**

outubro de 2002, dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação. ANVISA, p. 126, 2002.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 - aprova o “regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.”**. Anvisa, p. 6, 2005.

BRASIL, C. N. DE S. A. **I conferência nacional de segurança alimentar**. Brasília-DF, 1995.

BRASIL, M. DA A. P. E A. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 2010.

BRENNAN, J. G. **Food processing handbook**. Weinheim: Wiley-VCH, 602 p., 2006.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia dos alimentos**. Recife -PE: EDUFRPE, 2010.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397–404, 2006.

CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; FREIRE JÚNIOR, M. **Manual de perdas pós-colheita em frutos e hortaliças**. Rio Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997.

CHITARRA, M. . I. F.; CHITARRA, A. B. C. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2005.

DONATO, N. R. **Secagem de spirulina (*Spirulina platensis*) e utilização na produção de biscoitos**. 2017. 117 f. (Tese de Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2015.

EGEA, M. B; LOBATO L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 2014; 73(4):316-24.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**. Brasília-DF: EMBRAPA - SPI, 1994.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**. 2^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 56–65, 2008.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. DA; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2010.

GUIMARÃES, M. K. A. **Secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. keitt**. 2014.182 f. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J. DE; SILVA, V. L. M. DA. Bolo simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 354–363, 2010.

HOFFMANN, G. **CIElab color space**. 2008. Disponível em: <http://www.memoriagrafica.com/5/category/all/2.html>. Acesso em: 05 de março em 2016.

IBGE. **Pesquisas de orçamentos familiares 2008-2009: aquisição alimentar domiciliar per capita**. Rio Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos familiar**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em 20 mar 2015.

JU, H. J.; JEYAKUMAR, J.; KAMARAJ, M.; PRAVEEN, N.; CHUNG, I. M.; KIM, S. H.; THIRUVENGADAM, M. High frequency somatic embryogenesis and plant regeneration from hypocotyl and leaf explants of gherkin (*Cucumis anguria* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 169, p. 161–168, 2014.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-Primas Alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

LEITE, A. L. M. P.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PIASSON, D.; SANTOS, P. Contração volumétrica e cinética de secagem de fatias de banana variedade terra. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 2, p. 155–162, 2015.

LIMA, A. S.; MOURA, K. M.; ALMEIDA, L. B.; NADIANI, T.; SILVA, S. Caracterização centesimal de maxixe e sua aplicação na produção de picles. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 17, p. 407–412, 2006.

MALDONADE, I. R. Novas tecnologias para garantia de alimentos nutritivos e seguros. **Hortaliças em Revista**, p. 12–13, 2015. Brasília-DF.

MALUCELLI, M.; NOVELLO, D.; ANDO, N.; ALMEIDA, J. M. DE; FREITAS, A. R. DE. Avaliação e composição nutricional de nhoque tradicional enriquecido com farinha de resíduo de brócolis (*Brassica Oleracea* var. *itálica*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 7, 2009.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. DE M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola. **Revista da FZVA**, v. 9, n. 1, p. 20–32, 2002.

MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; MELO, M. F.; LANA, M. M.; SANTOS, F. F. DOS. **Maxixe: sabor do nordeste**. Brasília-DF: Embrapa- Hortaliça, 2009.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 719–728, 2010.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254–1555, 1992.

MELO, K. S. **Secagem por aspersão da polpa de atemoia**. 2012. 230 f. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza-CE: Instituto Frutal, 2003.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, L. B.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J. L. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 45, p. 31–34, 1982.

MODOLO, V. A.; COSTA, C. P. **Maxixe: uma hortaliça de tripla forma de consumo**. Piracicaba - SP: ESALQ/USP, 2003.

MORI, C. L. S. O.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P. F.; GONCALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, v. 11, n. 2,

p. 137–146, 2005.

NASCIMENTO, A. M. C. B.; NUNES, R. G. F. L.; SILVA, M. J. M. Elaboração e avaliação química e sensorial de conserva de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **V CONNEPI-2010**. Maceio - AL. 2010.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORTOLAN, F.; HECKTHEUER, L. H.; MIRANDA, M. Z. DE. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 55–59, 2010.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*pyrussp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciências e Tecnologia de Alimentos. Campinas**, v. 21, n. 1, 73-77, jan.-abr. 2001

PARLAMENTO E DO CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento (UE) n° 852/2004 do parlamento europeu e do conselho. **Jornal Oficial da União Europeia**, 2004. União Européia.

PEREIRA, A. S.; MIGUEL, D. P.; CARVALHO, E. E. N. Caracterização de farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*) produzida na região do tocantins. **Cadernos de Pós-Graduação da Fazu**, v. 1, 2010.

PEREIRA, D. V.; FERREIRA, A. V.; SILVA, F. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, J. NO N.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Capacidade antioxidante e fenólicos totais de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **V CONNEPI-2010**, n. 1, p. 1–6, 2010.

PEREIRA, E. M.; COSTA, R. T. R. V.; COSTA, F. B.; FERREIRA, A. A.; ARAÚJO, H. G.; ARAÚJO, A S; CAVALCANTI, M. T. Avaliação microbiológica e toxicológica de broto de palma inteiro e minimamente processado. **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 52. Anais, Salvador, 2012.

PEREIRA, E. M.; LEITE FILHO, M. T.; MENDES, F. A.; MARTINS, N. A. A.; ROCHA, A. P. T. Potencial toxicológico frente artemia salina em plantas condimentares comercializadas no município de campina grande-pb. **Revista Verde**, v. 10, n. 1, p. 52–56, 2015.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. **B. CEPPA**, v. 22, n. 1, p. 15–24, 2004.

PESSARAKLI, M. **Handbook of Cucurbits: growth, cultural practices, and physiology**. CRC Press Taylor e Francis Group, 2016.

PORTELA, J. V. F. **Estudo dos aspectos tecnológicos e de qualidade envolvidos no aproveitamento da casca e da polpa da melancia (*Citrullus lanatus* Schrad)**. 2009. 130 f. (Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 2009.

PRETTE, A. P. **Aproveitamento de polpa e resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) através de secagem convectiva**. 2015. 144 f. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, n. 5, p. 386–392, 2007.

SANTANGELO, S. B. **Utilização da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) em panetone**. 2006. 84 f. (Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

SOARES, K. A.; RESENDE, A.; SILVA JUNIOR, W.; ITAIA, N.; PANDOLFO, C. Avaliação do efeito da farinha da berinjela (*Solanum melongena*, L.) em roedores (*Rattus norvegicus*) nos teores de glicose, colesterol e triglicérides. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 6, p. 9–26, 2012.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas de farinha de casca de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 33–36, 2008.

TONELI, J. T. C. L. **Processos de separação física e secagem de inulina obtida a partir de raízes chicória (*Cichorium intybus* L.)**. 2006. 117 f. (Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the examination of foods**. Washington: APHA, 1992. 1219 p.

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

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de

alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142–144, 2003.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. **Alimentos e Nutrição - Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 459–468, 2010.

CAPÍTULO 5

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BOLO PRODUZIDO COM FARINHA DE MAXIXE

5.1 INTRODUÇÃO

Embora impreciso, registra-se historicamente que foi no Oriente Médio que o homem começou a desenvolver a agricultura e criação de animais. Os primeiros produtos alimentícios manufaturados e receitas escritas, que se tem conhecimento, são oriundos da Mesopotâmia, cerca de 2000 anos antes de Cristo, deste mesmo período tem-se registros da produção inicial de pães (fermentado ou não), bolos, diversos biscoitos e cerveja, tendo como matéria-prima comum os cereais, produzidos com certa abundância e provenientes do advento da agricultura (KOBBLITZ, 2014).

A industrialização, com o refinamento do trigo, que é a base para fabricação de produtos de panificação, gerou a farinha branca a partir da extração do amido, que se tornou um produto universal, mas pobre em nutrientes, desprovido de fibras, de vitaminas e algumas proteínas. E sabe-se que, uma dieta pobre em fibras por longos períodos desencadeia o surgimento de doenças crônicas (diabetes, obesidade, constipação etc.), cardiovasculares e até câncer de intestino, comprovados por vários estudos científicos (CARVALHO et al., 2006; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008).

Nesse contexto, o papel da nutrição e da tecnologia dos alimentos nos tempos atuais se amplia, não se restringindo apenas à atenção a uma dieta balanceada, mas priorizar a otimização da nutrição, com foco maior na maximização das funções fisiológicas, garantir o aumento da saúde bem estar e a redução do risco de doenças (ROBERFROID, 2002).

No presente capítulo pretende-se trazer uma abordagem da elaboração de bolos com diferentes concentrações de farinha de maxixe em substituição parcial da farinha de trigo, apresentando sua composição nutricional e verificar sua viabilidade enquanto produto destinado ao mercado consumidor.

5.2 OBJETIVOS

5.2.1 Objetivo Geral

Formular e caracterizar os aspectos nutricionais e microbiológicos de bolos com diferentes concentrações de farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) em sua composição, destacando sua viabilidade para o consumo humano.

5.2.2 Objetivos Específicos

Elaborar bolos contendo 0, 25 e 50% de farinha de maxixe em suas formulações, em substituição a farinha de trigo;

Determinar pH, acidez titulável, teor de água, cinzas, carboidratos, lipídeos, proteína bruta e fibra bruta e a energia total dos bolos;

Realizar análise microbiológica do produto.

5.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.3.1 Produtos de Panificação e Confeitaria

No setor de panificação, os ingredientes classificam-se em dois grupos: os essenciais, do qual fazem parte a farinha de trigo, a água, o sal e o fermento; e os não essenciais, compostos pelo açúcar, gordura, leite, enzimas e outros ingredientes (NASSATO, et al., 2004; SANTOS, 2013)

Os produtos de panificação como pães, bolos e biscoitos, possuem a farinha de trigo como ingrediente básico e são largamente consumidos pela população. O trigo tornou-se um alimento quase que universal. É fundamental na indústria de panificação a farinha de trigo, com propriedades únicas que atuam na formação de uma rede de glúten forte e coesa, importante no processo de fermentação, pois conseguem aprisionar os gases formados, mantendo o volume mesmo depois de esfriar, conferindo as características do pão (KAJISHIMA; PUMAR; GERMANI, 2001). A Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI, 2016) apresenta os seguintes dados de produção e consumo do trigo e da farinha no Brasil, no Quadro 5.1.

Tabela 5.1 - Dados de produção e consumo do trigo e da farinha de trigo no Brasil.

Safr	Trigo (milhões de Ton/ano)		Farinha (milhões de Ton/ano)	
	Produção	Consumo	Produção	Consumo
2015/2016	5,18	10,95	3,89	8,21

Fonte: ABIMAPI e Nielsen (2016) <http://www.abimapi.com.br/>

Os dados revelam o quanto o país é dependente de importações dessa matéria-prima, procedente principalmente da Argentina, Canadá e USA, visto que só produz cerca de 50% do que consome não conseguindo suprir a demanda interna, tanto para o trigo quanto para farinha (ABIMAPI, 2016).

No Brasil os estados produtores são Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cuja produção não é de boa qualidade e nem a quantidade é suficiente para abastecimento, o que levou o país a selar acordos comerciais internacionais, implicando em subsídio econômico, uma estratégia bastante onerosa para tornar o produto acessível ao consumidor. Composto os custos operacionais tem-se o consumo de energia e água em todo processo de

transformação, além do elevado custo com transporte para colocar o produto final na mesa do consumidor (CARTOCCI; NEUBERGER, 2009).

Embora seja apropriado para panificação, o trigo apresenta deficiência em aminoácidos essenciais tornando-se um alimento de baixa qualidade nutricional em termos de proteínas (PIRES et al., 2006); sendo o ferro, cálcio, vitaminas B1 e B2 todos perdidos durante o processo de refinamento da farinha de trigo branca (CARTOCCI; NEUBERGER, 2009).

Muitos estudos têm sido realizados a fim de substituir o trigo na elaboração destes produtos tendo em vista, principalmente, as crescentes restrições econômicas e exigências comerciais, novas tendências de consumo, hábitos alimentares específicos e a necessidade de diversificação e/ou inovação destes produtos (PEREZ; GERMANI, 2004).

Há algumas décadas, os alimentos denominados de funcionais tem conseguido grande aceitação entre os consumidores, dado o empenho de muitos pesquisadores na área (SANTOS, 2013). Esses produtos vêm ganhando mercado com a tomada de consciência de boa parte da população, que tem se preocupado em aliar dieta adequada à atividade física como hábitos para promoção da saúde, prevenindo uma série de doenças.

A produção de pós alimentícios ou farinhas, além de possuírem diversos componentes, tais como: fibra, vitaminas, minerais, substâncias fenólicas e flavonóides, apresentam efeitos benéficos à saúde, podendo auxiliar na prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis (BRENNAN, 2006).

Segundo Santos (2013) o pão elaborado com a farinha refinada, tornou-se um dos principais alimentos consumidos mundialmente, sendo a incorporação de outras farinhas com propriedades funcionais à farinha de trigo comum, a fim de enriquecê-la, tem sido cada vez mais recorrente. Além dos pães, produtos como bolos, biscoitos, bolachas e massas em gerais têm sido alvo de estudos de enriquecimento com outras farinhas originadas a partir de outros vegetais (hortaliças, frutas, outros cereais etc.). O uso de farinhas mistas objetiva substituir o trigo, almejando incrementar a qualidade dos nutrientes no alimento e atender a necessidades dos consumidores que demandam produtos diversificados (BORGES, 2006).

Portanto, são válidas as tentativas de busca de novas fontes de matéria-prima para o processamento de outras farinhas vegetais que minimizem o uso do trigo, a exemplo das farinhas mistas, reduzindo custos, que aproveitem a produção local, que reduzam o desperdício agrícola, que proponham novas fontes de nutrientes e benefícios à saúde e que ofereçam novas opções de produtos aos consumidores.

5.3.2 Bolos

Segundo a legislação que trata de produtos alimentícios o bolo é um produto assado, preparado basicamente de farinhas ou amidos, açúcar, fermento químico ou biológico, que pode conter leite, ovos, manteiga, gordura e outras substâncias alimentícias que caracterizam o produto (BRASIL, 1978). A porção líquida pode ser leite, água ou suco de frutas (ALMEIDA, 2011), pode receber um aromatizante e um agente de crescimento (MAIA, 2007). Os produtos de padaria e confeitaria, como bolo, têm grande aceitação pelo mercado consumidor devido às suas características reológicas: como produtos leves e facilmente mastigáveis (PADILHA et al., 2010).

Segundo Maia (2007) os tipos de bolos são vários, a preferência por este produto e a popularidade também variam conforme a cultura do país e a disponibilidade da matéria-prima, dois tipos comuns de formulação são encontrados no mercado brasileiro, o tipo esponja (com gordura), e o tipo neutro (sem gordura), cuja massa depois de preparada passa pelo forneamento para perda de água, por evaporação, e formação da crosta que comanda a taxa de assamento e confere as propriedades organolépticas desejáveis.

Os bolos são alimentos que possuem boa palatabilidade, são relativamente baratos e não exigem condições especiais de transporte e armazenamento. Além disso, a formulação baseia-se no alto valor nutricional do alimento e a qualidade de gordura usada pode ser adaptada, excluindo o uso de ácidos graxos trans (RANGEL et al., 2011)

Segundo ABIMAPI (2016), no segmento de bolos industrializados, em termos globais, o país movimentou 1.302 US\$ bilhões em vendas, ocupando 6ª posição no ranking mundial, atrás do Japão, EUA, China, Inglaterra e Itália, correspondendo a 0,151 milhões de toneladas, e cuja aquisição *per capita* foi de 0,74 kg/ano. Já as vendas no Brasil em 2015 atingiram a ordem de 0,85 bilhões de reais, envolvendo 37,30 mil toneladas do produto, correspondendo à aquisição pela população de 0,18 kg/ano *per capita*.

É possível presumir que a movimentação nesse setor no país seja na realidade bem maior que o dado acima, uma vez que estes se referem apenas à produção industrial de bolos, e sabe-se que outros agentes do setor de alimentação também produzem e comercializam bolos e tortas, a exemplo de lanchonetes, restaurantes, docerias, lojas especializadas, o comércio informal e até mesmo a produção caseira não foram consideradas. E o bolo é uma iguaria bastante popular entre os brasileiros.

Glúten é uma proteína que se encontra na semente de muitos cereais combinada com o amido. Representa 80% das proteínas do trigo e é composta de gliadina e glutenina. O

glúten é responsável pela elasticidade da massa da farinha, o que permite sua fermentação, dando consistência elástica esponjosa dos pães e bolos (CARTOCCI; NUERENBERG, 2009). No entanto, as proteínas do glúten são tóxicas a um grupo da população com doença celíaca, com intolerância a gliadina. Com a ingestão do glúten o celíaco sofrerá consequências de ordem gastrointestinais e nutricionais, que podem levar a perda de peso e distúrbios associados à carência de vitaminas e minerais (ALMEIDA, 2011).

Uma alternativa de oferta ao mercado consumidor são as misturas de bolos isentas da farinha convencional em sua formulação, sem a presença do glúten. A falta de opções de produtos industrializados sem glúten restringe em muito o cardápio de pacientes celíacos, que se valem de preparações caseiras, em sua maioria, que requerem maior disponibilidade de tempo e dedicação nas preparações (CESAR, 2006).

A BUNGE Alimentos afirma que mistura para bolos é um segmento de mercado em crescimento, sendo uma tendência fornecer ao setor de panificação produtos que atendam as necessidades dos consumidores sem prejuízo do produto final (BUNGE, 2013).

A farinha de maxixe, obtida da secagem e moagem dos frutos *in natura*, descrita no Capítulo 4, possui baixo teor de proteínas e lipídios que é característico das hortaliças, no entanto possui fibras e seu elevado teor de cinzas, remete a um elevado aporte de minerais. Apresentou características tecnológicas desejáveis como teor de água (11,71%) em conformidade com a legislação para farinhas, baixa atividade de água ($a_w = 0,358$), que inibe a proliferação de micro-organismos, ambos parâmetros que conferem boa estabilidade ao produto, importantes nas etapas de processamento, embalagem e transporte do produto. Corroborando as análises citadas, os testes microbiológicos constataram a ausência de contaminação de origem microbiana. Possuindo intensidade de cor variando entre o verde e o amarelo.

A farinha de maxixe se apresenta com potencial para compor outras farinhas mistas, com demais vegetais, como a fécula de mandioca, fécula de batata, farinha de milho etc. Com elevado potencial para ser considerado um alimento funcional ou nutracêutico, em virtude dos inúmeros constituintes bioativos (metabólitos secundários) presentes nos frutos, bastante enfatizado na literatura (ver. Capítulo 2.), sendo necessários estudos mais aprofundados para que se tenha um maior aproveitamento desse vegetal.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Local de Execução e Aquisição da Matéria-Prima

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité. A elaboração do bolo com farinha de maxixe foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA); as análises químicas e físico-químicas do produto foram executadas nos Laboratórios de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e Laboratório de Bromatologia (LABROM); e as análises microbiológicas no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica de Alimentos (LABMA).

Aquisição dos ingredientes para a elaboração dos bolos foi feita em lojas do comércio local, no município de Cuité-PB, com exceção da farinha de maxixe que foi produzida conforme descrição no Capítulo 4.

5.4.2 Formulação do Produto

Foram elaboradas três formulações para os bolos, uma delas denominada de controle (F1), por não conter farinha de maxixe (0%), e as outras duas, denominadas de experimentais (F2 e F3), contendo respectivamente, 25 e 50% de farinha de maxixe em sua composição, em substituição a farinha de trigo refinada no bolo controle. As formulações de processamento do bolo estão na Tabela 5.2.

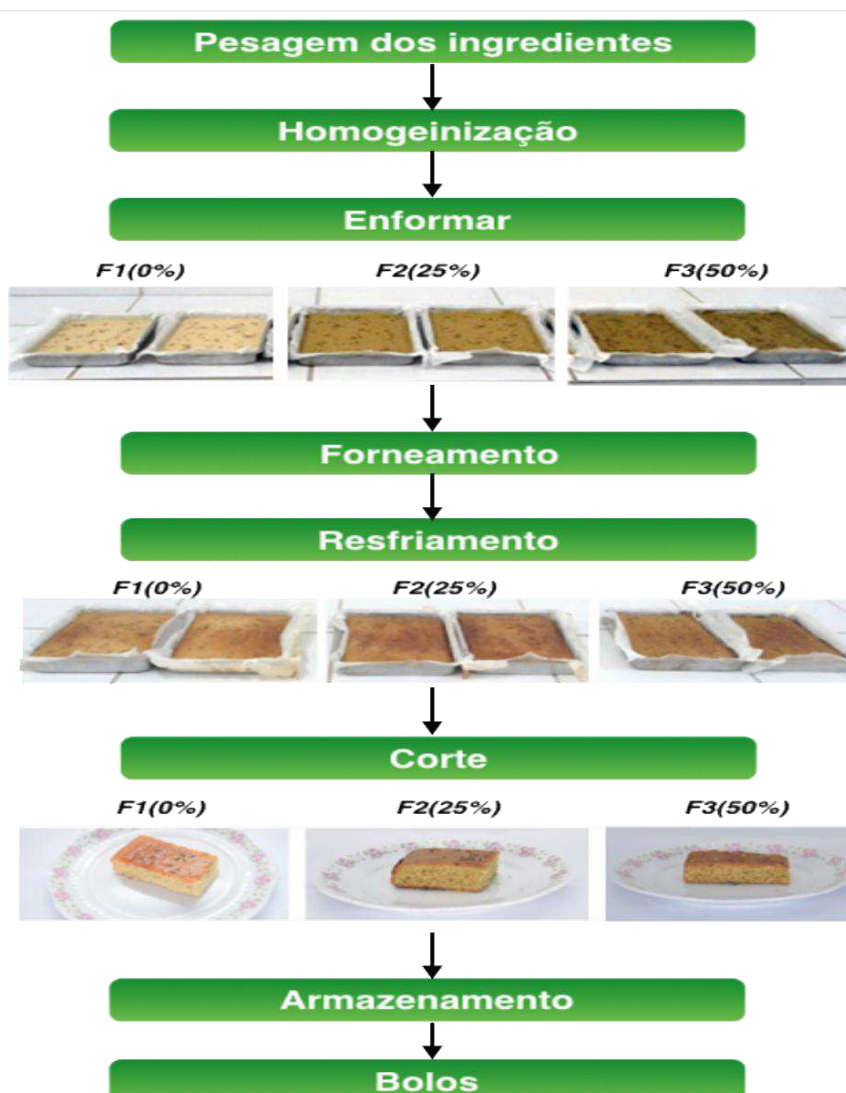
Tabela 5.2 - Formulação dos três bolos elaborados com farinha de maxixe.

Ingredientes	Bolos		
	F1	F2	F3
Farinha de trigo	100	75	50
Farinha de maxixe	0	25	50
Açúcar	68	68	68
Margarina	11	11	11
Leite	94	94	94
Ovo	70	70	70
Erva doce (<i>Pimpinella anisum</i> L.)	1	1	1
Fermento químico	6	6	6

Obs: Quantidades em porcentagem (m/m) como base no total de farinha de trigo
F1 formulação com 0% de farinha de maxixe; F2 com 25% e F3 com 50%.

Os bolos foram elaborados mediante a seguinte técnica de preparo: misturaram-se os ingredientes secos (farinha, açúcar, fermento e erva doce) em um recipiente; num liquidificador doméstico (Philips, 600 W) depositou-se o leite, o ovo e a margarina, acrescentaram-se os demais ingredientes e fez-se a homogeneização batendo tudo por cerca de 3 a 5 min. A massa foi depositada em fôrmas de alumínio retangulares, forradas com papel manteiga e levadas ao forno à temperatura de 210°C por cerca de 40 a 45 min. Conforme fluxograma de processamento na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Fluxograma de produção dos bolos com farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).



A formulação utilizada foi uma adaptação de uma receita para um bolo simples de liquidificador disponível na internet (<http://www.tudogostoso.com.br/>, 2016).

Em virtude do sabor residual apresentado pela farinha de maxixe, foi utilizada a erva-doce (*Pimpinella anisum* L.) com o intuito de melhorar os aspectos sensoriais dos bolos. E por tratar-se de uma especiaria muito utilizada na culinária nordestina, em chás, bolos e pães. Entende-se por sabor residual aquele que permanece no paladar após a ingestão.

Logo após a análise microbiológica os bolos foram submetidos à análise sensorial do produto, dados apresentados no Capítulo 6.

5.4.3 Caracterização Química e Físico-química do Produto

Para todos os bolos foram determinadas em triplicata: pH e acidez titulável total, teor de água, cinzas, proteína bruta, lipídios totais, fibras, carboidratos, energia, conforme metodologia do IAL (2008) referenciada no item 2.4 do Capítulo 2.

5.4.4 Análises Microbiológicas do Produto

As análises microbiológicas do bolo elaborado com farinha de maxixe foram realizadas antes da análise sensorial do produto, e seguiu as recomendações da ANVISA que constam na Resolução - RDC nº 12 (BRASIL, 2001), que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos destinados ao consumo humano. Portanto, as análises microbiológicas realizadas foram: contagem do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes 45°C; contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva; pesquisa de *Bacillus cereus* e de *Salmonella* sp. A metodologia de análise obedeceu ao que consta na Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) utilizando metodologias preconizadas por Vanderzant e Splittstoesser (1992).

5.4.5 Análise dos Dados

Os resultados das análises físico-químicas dos produtos elaborados com a farinha de maxixe foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% probabilidade, para comparação das médias.

Em todas as análises estatísticas o banco de dados foi construído no programa Microsoft Excel for Windows (NEUFELD, 2003). Para o cálculo dos dados, utilizou-se o programa - Sigma Stat 3.1 (SIGMASTAT, 2009).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5.3 são apresentados os valores médios da composição físico-química dos bolos elaborados com farinha de maxixe. O pH 7,02 e 6,99 aferidos para F2 e F3, respectivamente, não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$), apresentando caráter mais neutro para os bolos com maior teor de farinha de maxixe em relação ao F1, cujo pH foi 8,53, mais alcalino. O pH é um parâmetro indicador de determinações de deterioração do produto por via microbiana, atividade enzimática, retenção de sabor e odor e escolha de embalagem (CECCHI, 2003). O pH (6,66) determinado para bolo com FEM a 30% foi próximo ao obtido nesta pesquisa (GUIMARÃES, FREITAS; SILVA, 2010).

Tabela 5.3 – Características químicas e físico-química dos bolos elaborados com diferentes concentrações de farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Parâmetros	Bolos		
	F1	F2	F3
pH	8,53 ^a ± 0,03	7,02 ^b ± 0,02	6,99 ^b ± 0,01
Acidez Titulável (%)	1,50 ^c ± 0,14	5,20 ^b ± 0,00	7,50 ^a ± 0,42
Teor de água (%)	35,19 ^b ± 0,29	38,23 ^a ± 0,26	37,90 ^a ± 0,08
Cinzas (%)	2,01 ^b ± 0,01	1,87 ^b ± 0,00	2,64 ^a ± 0,11
Carboidratos (%)	54,56 ^a ± 0,68	52,80 ^b ± 0,16	52,89 ^{ab} ± 0,20
Lipídios Totais (%)	7,45 ^a ± 0,53	6,10 ^b ± 0,04	5,82 ^b ± 0,07
Proteína Bruta (%)	0,79 ± 0,12	1,01 ± 0,06	0,74 ± 0,06
Fibra Bruta (%)	2,00 ^c ± 0,04	2,96 ^b ± 0,10	5,16 ^a ± 0,01
Energia (kcal/g)	288,43 ^a ± 1,52	270,13 ^b ± 1,21	266,93 ^b ± 0,41

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F1 – Bolo com 0% de farinha de maxixe; F2 – Bolo com 25% de farinha de maxixe; F3 – Bolo com 50% de farinha de maxixe.

A acidez foi menor no bolo F1 (1,50%), elevando-se nas formulações à medida que se aumentou o percentual de farinha de maxixe, resultando em 5,20% para F2 e 7,50%

para F3. Segundo Nascimento, Nunes e Silva (2010) a legislação brasileira não estabelece um padrão para comparação da acidez em um alimento, no entanto este parâmetro pode ser um dado importante na avaliação do estado de conservação de um produto. Na RDC N° 90 da ANVISA (BRASIL, 2000) fixa em 6% a acidez máxima apenas para o panetone. Uma acidez de 7,01%, considerada satisfatória pela pesquisadora, foi encontrada para panetone contendo 30% de farinha de semente de abóbora, uma hortaliça também da família das cucurbitáceas (SANTANGELO, 2006). Destaca-se que a acidez tem influência no atributo sabor (AMORIM; SOUSA; SOUSA, 2012).

O teor de água encontrado nos três bolos apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para formulação F1 (35,19%), nas demais formulações F1 e F2 não houve diferença ($p > 0,05$). Valores inferiores foram obtidos por Guimarães, Freitas e Silva (2010) em bolos contendo farinha de entrecasca de melancia, uma cucurbitácea como o maxixe, e que quantificaram 30,41 e 30,44% em formulações contendo 7 e 30% de FEM, respectivamente. A RDC n° 90 da Anvisa (BRASIL, 2000), padroniza em 38% o teor de água máximo para pães.

Para cinzas o maior valor encontrado ($p < 0,05$) foi em F3 (2,64%), uma vez que a farinha de maxixe apresentou elevado valor de resíduo mineral fixo, já era esperado que a formulação com maior percentual dessa farinha também revelasse maior teor de cinzas, posicionando esta formulação como a que possivelmente apresenta significativos teores de minerais em relação a F1 e F2, que foram menores quando comparados com F3 ($p < 0,05$) e não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), sugerindo um enriquecimento no produto. Maiores valores de cinzas (2,17%) também foram determinados para formulação de bolo com maior quantidade de farinha (30%) de entrecasca de melancia (GUIMARÃES; FREITAS; SILVA, 2010).

Os teores de carboidratos para os bolos diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) nas três formulações, sendo maior para F1 (54,56%) e menores para em F2 (52,80%) F3 (52,89%), foram observados decréscimos no teor de carboidratos por Perez e Germani (2007) com o aumento das proporções de farinha de berinjela na elaboração de diferentes (10, 15 e 20%) formulações de biscoitos salgados com a mesma, sendo atribuídos a adição concomitante de fibras a massa. O teor de lipídios foi maior ($p < 0,05$) em F1 (7,45%), sem diferenças para bolos com farinha de maxixe ($p > 0,05$), possivelmente esse resultado deva-se composição de lipídeos da farinha de maxixe, é baixa quando comparada a farinha de trigo. Não houve diferença significativa no teor de proteína entre as três formulações ($p > 0,05$), sendo os teores para esse parâmetro baixos. Guimarães, Freitas e Silva (2010) encontram teor

de carboidrato (51,46%) próximo ao desta pesquisa para o bolo com 7% de farinha de entrecasca de melancia, valor superior de lipídios, de 10,50 e 11,94% para bolos com 7 e 30% de farinha de entrecasca de melancia, respectivamente; e valores muito superiores para proteínas, de 5,99 e 6,65%, respectivamente.

Tendo em vista que a farinha de trigo refinada é deficiente em fibras, a adição de farinha de maxixe permitiu o um incremento proporcional de fibras ao produto na medida em que se aumentou o percentual de farinha de maxixe nas formulações, percebidos pelos percentuais apresentados: F1 - 2%, F2 - 2,96% e F3 - 5,16%, sendo a última formulação a mais enriquecida com fibras. Os teores de fibras desta pesquisa foram superiores aos determinados em nhoque com formulação com 4 e 7% de farinha de resíduo de brócolis na composição da massa (2,34% e 2,48%, respectivamente) (MALUCELLI et al., 2009). A Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 estabelece que, para um alimento sólido pronto para consumo ser considerado “fonte de fibras”, estas devem estar presentes em, no mínimo, 3 g de fibras para cada 100 g do alimento (BRASIL, 1998). Então, pode-se afirmar que o bolo com farinha de maxixe atende a essa exigência da legislação.

Oliveira e Reyes (1990) ao elaborar biscoitos com fibra de milho e Souza et al. (2000), ao processar *cookies* com castanha-do-Brasil, verificaram elevação na umidade de biscoitos à medida que o teor de fibra era aumentado. As formulações F2 e F3 apresentaram esse comportamento em relação ao bolo controle (F1), com um significativo acréscimo nos teores de água, provavelmente dada à capacidade das fibras em reter água no alimento, cuja retenção, em termos fisiológicos, exerce funções específicas no organismo (SANTANGELO, 2006).

Os bolos com adição da farinha de maxixe (F2 e F3) apresentaram redução no valor energético em relação ao bolo controle F1 (288,43 kcal/g), sendo isso um aspecto positivo, uma vez que a incorporação da farinha de maxixe tornou os produtos menos calóricos, cuja redução caiu para 270,13 kcal/g em F2 e 266,93 kcal/g para F3, sem diferença estatística entre estes últimos ($p > 0,05$), pode-se deduzir que o menor teor de calórico esteja relacionado ao menor teor de carboidratos e lipídeos nas amostras, em virtude da baixa composição destes nutrientes na farinha de maxixe. Quanto maior o percentual de fibras nos bolos, menor é o teor de açúcares totais justificando a redução do valor energético (GUIMARÃES; FREITAS; SILVA 2010), está relação foi observada nos bolos com farinha de entrecasca de melancia a 7%, e comportamento semelhante ocorreu nesta pesquisa. Este fato, aliado ao resultado do baixo teor de lipídios, pode despertar o interesse de alguns consumidores que visem à obtenção de produtos com baixo teor calórico.

Apesar dos esforços da ciência e tecnologia dos alimentos em desenvolver e diversificar produtos alimentícios com aspectos sensoriais agradáveis, as opções no mercado ainda são deficientes em vitaminas, minerais e fibras. Nesse sentido, a farinha de maxixe tem potencial para suprir essa lacuna, e competir no mercado no segmento de farináceos, massas, sopas, e especialmente no segmento de produtos de panificação e pastelaria, desde que se aprofundem os estudos desse produto.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes formulações dos bolos atestaram que todas as formulações (F1, F2 e F3) encontravam-se dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2001), não oferecendo nenhum risco à saúde, indicando que o processo de elaboração dos bolos seguiu as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) recomendadas pelo MAPA (BRASIL, 1997), portanto aptos a serem aplicados na análise sensorial. Resultado semelhante foi alcançado por Donato (2015) ao analisar formulações de biscoitos tipo *cookies*, elaborados com diferentes percentuais de biomassa de *Spirulina*.

5.6 CONCLUSÃO

Os bolos com farinha de maxixe apresentaram um incremento em termos de fibras (F2 com 2,96% e F3 com 5,16%) e cinzas (F3 com 2,64%), o que sinaliza um maior aporte de minerais em relação ao controle.

Os produtos formulados com a farinha de maxixe também apresentaram uma redução em termos de energia, tornando-se um produto menos calórico (F2 com 270,13 kcal/100 g e F3 com 266,93 kcal/100 g).

Verificou-se que é viável a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de maxixe, a mesma apresentou textura que incorporou bem a farinha de trigo, estando apta a compor produtos de panificação, desde que sejam observados percentuais que não comprometam os aspectos sensoriais do produto. Seu uso pode reduzir custos com a aquisição da farinha de trigo e incorporar nutrientes perdidos com refinamento, e introduzir na dieta constituintes bioativos como compostos fenólicos, antioxidantes, flavonoides etc., e conseqüentemente, proporcionar benefícios à saúde. Para tanto, estudos adicionais são necessários para comprovar os benefícios funcionais pela adição da farinha de maxixe aos bolos.

As análises microbiológicas atestaram que os produtos estavam isentos de contaminação, tornando-se viável ao consumo humano,

REFERENCIAS

ALMEIDA, O. P. **Pão de forma sem glúten base de farinha de arroz**. 2011, 261f. (Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES E BOLOS INDUSTRIALIZADOS. **Estatística: pães e bolos**. Disponível em:) <http://www.abimapi.com.br/>. Acesso em: 23 de mai. 2016.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. DE A.; SOUSA, A. O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abobora (Cucurbita maxima). **VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação**, p. 1999–2004, 2012.

BORGES, J. T. S. ET AL. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 2006, 2006.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - CNNPA nº 12, de 1978**. Diário Oficial, p. 49 – 51, 1978.

_____. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Diaria Oficial da União, 2001. Brasil.

_____. **Resolução n 90 de 18 de outubro de 2000**.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 62, de 26 de agosto de 2003**.

_____. **Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos**. , 1997. Brasil.

BRENNAN, J. G. **Food processing handbook**. Weinheim: Wiley-VCH, 602 p., 2006.

BUNGE ALIMENTOS. **Sustentabilidade**. Disponível em: http://www.bunge.com.br/sustentabilidade/2013/port/ra/17.htm#.UjRKftIU_yw. Acesso em: 30 de nov. 2015.

CARTOCCI, C. M.; NEUBERGER, S. B. **Produção e Industrialização de Alimentos**. Brasilia-DF: Universidade de Brasília, 2009.

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397–404, 2006.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. Campinas-SP: Editora da Unicamp, 2003.

CÉSAR, A. S.; GOMES, J.C.; STALIANO, C. D.; FANNI, M. L.; BORGES, M. C. Elaboração de Pão Sem Glúten. **Revista Ceres**. Viçosa. v. 53. n. 306, 150-155. 2006.

DONATO, N. R. **Secagem de spirulina (*Spirulina platensis*) e utilização na produção de biscoitos**. 2015. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê: fibras alimentares**. n. 3. 2008. Disponível em:< <http://www.revista-fi.com>.> Acesso em: 22 mar. 2016.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M. C. J.; SILVA, V. L. M. **Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 2, p. 354–363, 2010.

IAL, I. A. L. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a. ed. São Paulo, 2008.

KAJISHIMA, S. .; PUMAR, M. .; GERMANI, R. Elaboração de pão de sal com farinha enriquecida de sulfato de cálcio. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 157–168, 2001.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-Primas Alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

MAIA, S. **Aplicação da farinha de maracujá no processamento do bolo de milho e aveia para fins especiais**. 2007. Universidade Federal do Ceara, 2007.

MALUCELLI, M.; NOVELLO, D.; ANDO, N.; ALMEIDA, J. M. DE; FREITAS, A. R. DE. Avaliação e composição nutricional de nhoque tradicional enriquecido com farinha de resíduo de brócolis (*Brassica Oleracea* var. *italica*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 7, 2009.

NASSATO, F.; SCHNEIDER, J. B.; ROVANI,; **Fermentação na panificação etapas de processamento**. Disponível

em:http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2004/panificacao/capa.htm. Acesso .30 de mai. 2016

NEUFELD, J. L. **Estatística aplicada à administração usando excel**. Tradução: José Luiz Celeste. Ed. Prentice Hall do Brasil. São Paulo,2003, 434 p.

OLIVEIRA, S.P.; REYES, F.G.R. Biscuits with a high content of corn fibre: preparation, chemical and technological characterization, and acceptability. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 10, n. 2, p. 273-286, 1990.

PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, A. S.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B. Sensorial profile of chocolate cakes formulated with yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 735–740, 2010.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. **B.CEPPA**, v. 22, n. 1, p. 15–24, 2004.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179–187, 2006.

RANGEL, C. N. .; SILVA, E. M. M. DA; SALVADOR, L. .; FIGUEREDO, R. .; WATANABE, R. .; SILVA, J. B. C. DA ; CARVALHO, J. L. V. DE;; NUTTI, M. R. Sensory evaluation of cakes prepared with orange-fleshed sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.). **Perspectivas en Nutrición Humana**, v. 13, n. 2, p. 203–211, 2011.

ROBERFROID, M. B. Global view on functional foods: European perspectives. **British Journal of Nutrition**, v. 2, p. 133–138, 2002.

SANTANGELO, S. B. **Utilização da farinha de semente de abóbora (cucurbita maxima, L.) em panetone**. 2006. 84 f. (Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, C. A. **Avaliação do uso da farinha de casca da manga tommy atkins na reologia da farinha de trigo e na aceitabilidade do pão de forma**. 2003. 50 f. (Tese de Doutorado em Tecnologia e Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, 2003.

SIGMASTAT (**programa de computador**). Versão 3.1. Point Richmond (Califórnia): Comercial; 2009.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, R. S.; FURQUIM, M. F.G; EL-DASH, A. A. Processamento de cookies de castanha-do-Brasil. In: **XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, 2000, Ceará. v. 3, p. 11, 2000. Livros de resumos Ceará: v. 3, p. 11, 2000.

TUDO GOSTOSO. **Bolo simples de liquidificador**. Disponível em: <http://www.tudogostoso.com.br/receita/145938-bolo-simples-de-liquidificador.html>. Acesso em: 10 de mai. de 2016.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the examination of foods**. Washington: APHA, 1992. 1219 p.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE SENSORIAL DE BOLO ELABORADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE FARINHA DE MAXIXE (*Cucumis anguria* L.)

6.1 INTRODUÇÃO

Produto é tudo aquilo que pode ser oferecido a um mercado para apreciação, aquisição, consumo ou uso e para atender um desejo ou uma necessidade do consumidor. É também um conjunto de atributos tangíveis e intangíveis que oferecem benefícios reais ou percebidos (SEMENIK; BAMOSSY, 1995).

A análise sensorial tem se configurado como eficaz ferramenta na detecção de atributos desejáveis na perspectiva dos consumidores. Esta vem aprimorando seus métodos ao longo dos anos, sendo de grande importância para indústria inserida em um cenário de acirrada competitividade, em que conquistar consumidores e atender suas necessidades são tarefas primordiais e cotidianas para permanecer no mercado, cada vez mais segmentado. Atualmente, a indústria de alimentos tem como foco o desenvolvimento de produtos alinhados com o novo perfil do consumidor (BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003), cada vez mais exigente e preocupado com um estilo de vida que priorize os cuidados com a saúde, com meio ambiente, etc. Para que novas alternativas atendam a demanda de consumidores e da indústria é de fundamental importância a sua análise sensorial (TEIXEIRA, 2009).

A farinha de maxixe demonstrou ser viável sua utilização na alimentação, especificamente na elaboração de produtos de panificação, mediante os resultados obtidos nos capítulos anteriores, seja do ponto de vista nutricional, seja quanto alguns aspectos tecnológicos, restando, portanto, averiguar se está é sensorialmente aceitável, o que justifica a realização deste estudo. Para tanto, o bolo que é um alimento muito popular foi o produto escolhido para ser submetido ao teste sensorial.

Fazendo uso dos métodos estabelecidos para análise sensorial de produtos, o presente capítulo pretende testar bolos com diferentes percentuais de farinha de maxixe para verificar a aceitação deste junto ao grupo de julgadores, a fim de verificar os níveis de preferência do produto, conseqüentemente, sua viabilidade sensorial e comercial relacionados ao uso da farinha de maxixe.

6.2 OBJETIVOS

6.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a aceitação sensorial de bolos elaborado com diferentes concentrações de farinha de maxixe, em substituição a farinha de trigo, e verificar sua viabilidade em serem introduzidos na alimentação humana.

6.2.2 Objetivos Específicos

Testar três formulações com os seguintes percentuais de farinha de maxixe: 0% (controle), 25% e 50% de farinha de maxixe;

Avaliar a aceitação sensorial das diferentes formulações de bolos;

Avaliar a intenção de compra dos produtos, junto aos provadores;

Identificar a amostra de maior preferência, por meio do teste de ordenação-preferência.

6.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

6.3.1 Análise Sensorial: Histórico, Conceito e Finalidades

A qualidade sensorial dos produtos sempre foi uma preocupação para a indústria de alimentos, e cujos métodos de avaliação co-evoluíram juntamente com os avanços tecnológicos do setor. A história da evolução da avaliação da qualidade dos alimentos compreende quatro fases distintas, são elas: até 1940, quando praticamente quase toda produção, processamento, beneficiamento de alimentos, dentre outras etapas aconteciam no interior das fazendas, havia uma autossuficiência destas, muitas vezes só excedente era comercializado, aos poucos outros agentes externos a elas foram assumindo algumas de suas funções, surge a indústria com sua produção artesanal, foi um período denominado de pré-científico da indústria de alimentos, fase em que o dono ou o encarregado da indústria era quem estabelecia a qualidade sensorial do que produzia; entre 1940 e 1950, houve o reconhecimento das propriedades sensoriais como ferramenta importante na aceitação de um alimento, avanços ocorreram com o suporte de pessoal técnico oriundos da química e farmácia, conceitos de controle de processos e produtos foram adotados pelo setor, deu-se início ao desenvolvimento de metodologias para medir a aceitação e identificar preferências, no entanto, os métodos até então padronizados eram de natureza química e instrumentais; de 1950 a 1970, pós-guerra, ocorreu aprimoramento dos métodos, definição dos atributos primários que integram a qualidade sensorial dos alimentos e os órgãos dos sentidos a eles associados, estabeleceu-se normas quanto à forma e condições para a efetuação da análise sensorial, e os dados levantados receberam tratamento estatístico; após 1970, estabeleceu-se que a qualidade sensorial de um alimento é resultante da interação entre os elementos alimento e o homem, que varia de indivíduo para indivíduo, foi reconhecido que a qualidade sensorial é função da sinergia entre os estímulos oriundos dos alimentos e as condições psicológicas, fisiológicas e sociológicas (culturais, religiosa, étnicas, etc.) dos indivíduos que os avaliam (STONE; SIDEL, 1993).

Os primeiros métodos de degustação surgiram na Europa, a fim de controlar a qualidade na fabricação de cerveja e destilados, na forma de análise sensorial de alimentos; durante a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de prover o exército com alimentos de qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados impulsionaram as bases científicas dos métodos de análises sensoriais (TEIXEIRA, 2009).

Na visão da NBR 12994 (ABNT, 1993) que coloca a análise sensorial como uma disciplina científica, aponta a mesma como ferramenta utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição do provador. Na análise sensorial é mister o teste de preferência, com ele se apreende o julgamento do consumidor, no que se refere a qualidade do produto, uma vez, que o mesmo expressa o somatório de todas as percepções sensoriais, e na ciência e tecnologia dos alimentos mede-se primeiro a preferência, para depois se predizer a aceitabilidade (DUTCOSKY, 1996). A análise sensorial é uma ferramenta-chave para o desenvolvimento de novos produtos na área de alimentos (BARBOZA et al., 2003).

Desde a infância o homem já exerce o ato de avaliar sensorialmente os alimentos, uma função primária de todo indivíduo, que de forma consciente em menor ao maior grau, pode por meio da experimentação aceitar ou rejeitar um alimento, de acordo com a sensação que este lhe proporciona quando observado ou ingerido (AZEVEDO, 2007). A relevância do papel da análise sensorial enquanto instrumento de medida científica é indubitável, haja vista que não existe um instrumento analítico que seja capaz de substituir os sentidos humanos (ISAAC et al., 2012), reúna todos os sentidos, e funcione simultaneamente, com a mesma complexidade e sinergia. Embora, os avanços da ciência e tecnologia, no campo da inteligência artificial, já tenham desenvolvido o nariz eletrônico, um dispositivo composto de um sistema de sensores eletrônico e químicos que automaticamente reconhecem e classificam odores, vapores e gases, cujas áreas de aplicação são a análise de alimentos, diagnósticos médicos e controles ambientais com respostas instantâneas, que por outros procedimentos levariam dias para se obter os resultados, a exemplo da olfatométrica (LISBOA; PAGE; GUY, 2009).

A análise sensorial tem importante aplicação no campo da pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade, este último subdivide-se em três áreas distintas de controle: de processo de fabricação; de produto acabado; e de mercado.

6.3.2 Classificação dos Métodos de Análise Sensorial

Os métodos estabelecidos para análise sensorial compreendem vários testes, cuja aplicação dependerá dos objetivos que se pretende alcançar, estes são classificados em (ABNT, 1993; STONE; SIDEL, 1993; DUTCOSKY, 1996):

a) discriminativo – avaliam as diferenças de ordem qualitativa e/ou quantitativa percebidas entre dois ou mais produtos/amostras, dentre os testes de diferença tem-se, comparação pareada, Duo-Trio, ordenação, triangular, comparação múltipla;

b) descritivo – identificam, descrevem e quantificam os atributos sensoriais do produto/amostra e usam equipes treinadas de julgadores, os testes aplicados são: Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), perfil de sabor, perfil de textura, tempo-intensidade, avaliação de atributos – Escalas;

c) subjetivo ou afetivo – medem o quanto uma população gostou de um produto/amostra, a fim de avaliar sua preferência ou aceitabilidade, analisam a opinião pessoal do provador, os testes usados são: comparação pareada, ordenação, escala hedônica, escala de atitude.

Tendo em vista que o foco deste trabalho é apresentar a farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.) como um novo produto, uma nova matéria-prima, um novo ingrediente, que pode ser incorporado a outras farinhas e compor a fabricação de produtos de panificação, neste caso, o método afetivo por meio do teste de escala hedônica, é o teste mais apropriado para se captar do provador a sua aceitação ao produto, e o mais indicado para se obter informações de aceitação de produtos em sua fase inicial de desenvolvimento (ABREU, 2005). Para tanto, uma abordagem sobre os testes de aceitação e preferência se faz necessário, posto que foram aplicados nesta pesquisa.

Na escala hedônica, bastante usada no teste afetivo de aceitação, o julgador avaliará as amostras expressando o que mais lhe agrada ou desagradar, resultando em um mapa de preferência, uma vez que usam diferentes atributos e vários julgadores (PARK; O'MAHONY; KIM, 2007). A escala hedônica afetiva mede diferentes níveis preferência que vão do gostar ao desgostar, para avaliação dos atributos: aparência, cor, aroma, sabor, textura e avaliação global.

Conforme a metodologia, na escala hedônica de 9 pontos, os atributos são convertidos em escores numéricos (1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei moderadamente; 8 – gostei muito 9 = gostei muitíssimo), os provadores atribuem valores às variáveis sensoriais conforme a escala, e estes são analisados estatisticamente, para assim, se obter a diferença no grau de preferência entre as amostras utilizadas (DUTCOSKY, 1996; BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003).

No teste de intenção de compra, a escala hedônica estruturada é de 5 pontos (1 = jamais compraria; 2 = possivelmente não compraria; 3 = talvez comprasse/talvez não

comprasse; 4 = possivelmente compraria; 5 = certamente compraria), em que o provador expressa a seu grau de intenção.

No teste de ordenação de preferência apresenta-se duas ou mais amostras ao provador, simultaneamente, sendo solicitado ao mesmo que ordene as amostras em ordem crescente ou decrescente de preferência, ou de acordo com a intensidade ou grau de atributo específico (BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ., 2003).

A escala hedônica permite determinar a aceitação de um produto quando este sofre algum tipo de alteração, inclusão de algum ingrediente e ou modificações no processo ao qual foi submetido, na embalagem, na matéria-prima, nas condições em que foram estocados, na temperatura e no tempo de conservação deste (CHAVES; SPROESSER, 2008).

De acordo com Barboza e colaboradores (2003), para se conseguir respostas confiáveis por meio dos testes, deve ser feita uma seleção criteriosa dos julgadores, um bom planejamento dos testes, seguida de uma correta interpretação dos mesmos.

Testes de aceitação, intenção de compra e ordenação de preferência, foram aplicados para pão de forma, em estudo de avaliação das características de quatro amostras de farinha de trigo tipo 1 (APLEVIC; SOUZA; NALEVAIKO, 2015); na elaboração de *cookies* com diferentes concentrações de *Spirulina* (DONATO, 2015); na avaliação da aceitação de nhoque elaborado com farinha de resíduo de brócolis (*Brassica oleracea* var. *itálica*) (MALUCELLI et al., 2009); na verificação da aceitação e preferência de alunos por bolos feitos com farinha de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) e polpa de laranja (*Citrus* sp) recomendado para suprir deficiências de vitamina A (RANGEL et al., 2011).

6.4 MATERIAL E MÉTODOS

6.4.1 Local de Execução da Pesquisa

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Cuité. A análise sensorial dos produtos elaborados com diferentes concentrações de farinha de maxixe foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial (LASA).

6.4.2 Elaboração dos Produtos

Os bolos com farinha de maxixe foram formulados e preparados em três formulações, F1 (com 0% de farinha de maxixe), sendo o bolo controle; F2 (com 25% de farinha de maxixe) e F3 (com 50% de farinha de maxixe), em substituição a farinha de trigo, conforme metodologia descrita no item 5.4.2 do Capítulo 5.

6.4.3 Procedimentos Éticos

O referido plano de trabalho foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal da Paraíba, uma vez que a pesquisa envolveu a realização de análise sensorial com humanos, cumprindo assim o que preceitua o Conselho de Saúde. Sua aprovação pode ser comprovada mediante o protocolo sob o nº CAAE 52723016000005188, emitido pelo referido Comitê (anexo A). Todo procedimento baseou-se na Resolução 466/12 (CNS-MS, 2012), que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo B), que se refere à explicação completa e pormenorizada sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos e métodos, formulada em um termo de consentimento, autorizando a participação voluntária na pesquisa, por parte dos provadores, encontra-se em anexo.

6.4.4 Análise Sensorial para Verificação da Aceitação do Produto Elaborado com a Farinha de Maxixe

Utilizou-se como ferramenta de coleta de dados a escala hedônica estruturada de 9 pontos, usada para medir o nível de aceitação sensorial de produtos alimentícios por uma

população, e uma escala estruturada de 5 pontos para intenção de compra, e por último o teste de ordenação preferênciada para saber a amostra mais preferida (DUTCOSKY, 1996), a fim de se avaliar a aceitabilidade dos bolos com diferentes formulações (Apêndice A e B).

Participaram da análise sensorial 68 provadores não treinados, indivíduos de ambos os sexos, com faixa etária que variou entre 18 a 45 anos de idade, constituído por alunos e servidores, consumidores potenciais do produto, recrutados aleatoriamente selecionados em função da sua disponibilidade e do interesse em participar da pesquisa, no âmbito da Universidade Federal de Campina Grande, do Campus de Cuité – PB. Como critério de escolha também foi considerado que os provadores não apresentassem nenhum problema de saúde ou deficiência física que pudesse comprometer a avaliação sensorial do produto, relacionadas especificamente aos sentidos da visão, olfato e paladar, e que gostasse de consumir o produto oferecido/apresentado para análise sensorial.

O recrutamento dos provadores ocorreu mediante abordagem direta na instituição, cujos convites foram feitos em sala de aula, nos diversos setores do *Campus* (coordenações, secretarias, prefeitura, almoxarifado, etc.), no mesmo dia da análise sensorial. Atendendo os requisitos desejáveis, os provadores interessados em participar foram convidados a comparecerem ao Laboratório de Análise Sensorial para realização dos testes, onde assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), consentido sua participação na pesquisa.

Em todos os testes, as amostras foram padronizadas e servidas, simultaneamente e de forma aleatória, a temperatura ambiente de 27 °C, em pratos de plásticos de cor branca, codificadas com números aleatórios de 3 dígitos e acompanhadas do formulário de avaliação sensorial. Juntamente com as amostras foram oferecidos aos provadores água, e os provadores foram orientados que entre uma amostra e outra fizessem o uso da água, para remoção do sabor residual e a provarem estas da esquerda para direita.

Os testes foram realizados em cabines individuais utilizando-se luz branca, longe de ruídos e odores, em horários previamente estabelecidos (excluindo uma hora antes e duas horas após o almoço).

6.4.5 Análise dos Dados

Para a avaliação dos resultados referentes às análises sensoriais dos produtos obtidos foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% probabilidade, para comparação das médias do teste de aceitação e intenção de compra. Os resultados dos

testes sensoriais de ordenação - preferência foram analisados de acordo com o teste de Friedman, utilizando-se a Tabela de Newell Mac Farlane (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

Em todas as análises estatísticas o banco de dados usados conforme item 5.4.5 do Capítulo 5.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao perfil dos 68 provadores que participaram do teste de análise sensorial foi possível identificar que a maioria são alunos da graduação ou pós-graduação, perfazendo um total 72%, e os demais servidores da instituição (professores e técnicos administrativos) representando 28% da amostra, sendo 50% do sexo masculino.

Na Tabela 6.1 estão os escores médios dos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra, realizados com os bolos formulados com diferentes concentrações de maxixe (F1, F2 e F3), aplicados para verificar os atributos que apresentaram melhor desempenho em termos de aceitação sensorial pelos julgadores.

Tabela 6.1 - Escores médios dos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra realizados com bolo com diferentes concentrações de farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Atributos	Bolos		
	F1	F2	F3
Aparência	7,87 ^a ±1,12	7,34 ^a ±1,28	6,49 ^b ±1,69
Cor	7,77 ^a ±1,17	7,32 ^a ±1,26	6,50 ^b ±1,60
Aroma	7,68 ^a ±1,17	6,85 ^b ±1,65	6,07 ^c ±1,67
Sabor	7,62 ^a ±1,09	6,42 ^b ±1,93	5,61 ^c ±1,86
Textura	7,69 ^a ±1,26	7,22 ^a ±1,25	6,60 ^b ±1,61
Avaliação Global	7,75 ^a ±0,90	6,84 ^b ±1,57	6,10 ^c ±1,60
Intenção de Compra	4,34 ^a ±0,80	3,54 ^b ±1,15	2,91 ^c ±1,16

Médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F1 – Bolo com 0% de farinha de maxixe; F2 – Bolo com 25% de farinha de maxixe; F3 – Bolo com 50% de farinha de maxixe.

A partir dos resultados apresentados na tabela 6.1 pode-se observar que o bolo adicionado com 50% de maxixe teve menores notas para os atributos avaliados ($p < 0,05$), quando comparado às formulações padrão e adicionada de 25%. Mesmo assim, os termos hedônicos das notas atribuídas para essa amostra estiveram entre "nem gostei/nem desgostei" e "gostei moderadamente". Destaca-se o sabor como atributo que teve menor pontuação (5,61) para esta amostra, nota esta comprovada pelos comentários feitos pelos provadores ("sabor forte, sabor muito forte, sabor aguçado, gosto de mato"), o que possivelmente pode estar relacionado ao sabor residual da farinha utilizada em maior concentração, a qual

apresenta a cucurbitacina, substância que desprende sabor amargo e que pode ter sido mais percebido pelos provadores no momento da avaliação. Outrossim, considerando que a farinha de maxixe apresentou um alto teor de acidez (7,60%), como apresentado no Capítulo 4, e sabendo-se que trata-se de um parâmetro que influencia no atributo sabor (AMORIM; SOUSA; SOUSA, 2012), pode-se inferir que a sua maior concentração na formulação F3 tenha contribuído para sua menor aceitação pelos provadores. De um modo geral, os termos hedônicos das notas atribuídas para o bolo com 25% de maxixe variaram entre “gostei ligeiramente” a “gostei muito”. Possivelmente, esses resultados repercutiram nas notas atribuídas para intenção de compra, em que a amostra com 50% de maxixe apresentou baixo escore médio ($p < 0,05$), cujo termo hedônico ficou entre “possivelmente não compraria” a “talvez comprasse/talvez não comprasse”.

Donato (2015) obteve resultados semelhantes a esta pesquisa, quanto aos testes sensoriais realizados com biscoitos tipo *cookies* com diferentes percentuais de *Spirulina*, em que os *cookies* sem adição da alga apresentaram as maiores notas quanto aos atributos de aceitação e intenção de compra.

A Tabela 6.2 mostra a distribuição das notas dadas pelos provadores aos bolos, controle (F1) e com diferentes percentuais de farinha de maxixe (F2 e F3), e viu-se que os três diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), de acordo com a ordenação de preferência. Segundo os testes de ordenação, o bolo F1 apresentou maior escore, portanto foi a formulação mais preferida pelos provadores. O bolo F2 apontado como o segundo bolo mais preferido.

Tabela 6.2 - Distribuição das notas de acordo com a ordenação de preferência geral pelos provadores ($n=68$) na análise sensorial de bolo com diferentes concentrações de farinha de maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Bolo	Número de Provadores por Ordem*			Somadas das ordens**
	1	2	3	
F1 (0% de farinha)	06	17	45	175 ^a
F2 (25% de farinha)	10	42	16	142 ^b
F3 (50% de farinha)	52	09	07	91 ^c

* 1 = menos preferido, 3 = mais preferido.

** Soma das ordens de cada amostra = (1 x nº de provadores) + (2 x nº de provadores) + (3 x nº provadores).

a, b, c – letras minúsculas sobrescritas indicam as diferenças significativas apresentadas entre os bolos ($p < 0,05$) pelo teste de Friedman.

Os resultados revelam que o bolo F3 foi a amostra menos preferida, portanto o bolo menos aceito pelos julgadores. Resultado esperado, em virtude do forte sabor residual apresentado pela amostra, que provavelmente repercutiu nas menores notas dos atributos de aceitação.

Assim, novos estudos que analisem a farinha de maxixe em termos de teores de minerais, vitaminas e constituintes bioativos, que melhorem ou disfarce o sabor residual, assim como os produtos derivados dela, podem credenciar a mesma a ser incorporada no mercado alimentício, especificamente no setor de farináceos, dado seu potencial enquanto alimento funcional, nutracêutico, já constatados pelos teores de fibras e cinzas, apresentados no Capítulo 5, e seu potencial de comercialização apontados na análise sensorial, verificados nesta pesquisa.

Portanto, assim como a farinha de maxixe, o bolo F2, com 25% desta, também se mostrou tecnicamente viável, microbiologicamente seguro e sensorialmente aceitável, com potencial para ser introduzido na alimentação de crianças, adultos e idosos, e principalmente na fabricação de produtos de panificação.

6.6 CONCLUSÃO

A realização dos testes afetivos com bolos elaborados com diferentes concentrações de farinha de maxixe revelou que a adição de até 25% desta farinha apresentou resultados de aceitação sensorial satisfatórios, com escores muito próximos do bolo controle (sem adição de farinha de maxixe), que foi o mais aceito, cujos termos hedônicos que variaram entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente” na escala hedônica, sendo apontado como opção de compra caso seja comercializado.

REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. D. N. T. **Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas.** , 1993. Brasil.
- ABREU, M. G. **Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado.** 2005. Universidade Federal Fluminense, 2005.
- APLEVIC, K. S. .; SOUZA, S. .; NALEVAIKO, F. S. Avaliação de amostras de farinha de trigo para uso na panificação. **Revista Brasileira Produtos Agroindustriais Grande,** Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 263–270, 2015.
- ISAAC, V.; CHIARI, B. G.; MAGNANI, C.; CORRÊA, M. A. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada.** v. 33, n. 4, 479-488, 2012.
- AZEVEDO, I. C. Análise sensorial e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*caiman latirostris*) em conserva. 2007. 75f. Universidade Federal Fluminense, 2007.
- BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos,** n. 18, p. 34–35, 2003.
- CHAVES, J. B. P. .; SPROESSER, R. L. **Prática de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa-MG: UFV, 2008. (Caderno didático 66)
- DONATO, N. R. **Secagem de spirulina (*Spirulina platensis*) e utilização na produção de biscoitos.** 2015. (Tese de Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, 2015.
- DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba - PR: Champagnat, 1996.
- ISAAC, V.; CHIARI, B. G.; MAGNANI, C.; CORRÊA, M. A. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. **Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada,** v. 33, n. 4, p. 479–488, 2012.
- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial.** Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.
- LISBOA, H. DE M.; PAGE, T.; GUY, C. Gestão de odores: fundamentos do nariz eletrônico.

Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 1, p. 9–18, 2009.

MALUCELLI, M.; NOVELLO, D.; ANDO, N.; ALMEIDA, J. M. DE; FREITAS, A. R. DE. Avaliação e composição nutricional de nhoque tradicional enriquecido com farinha de resíduo de brócolis (*Brassica Oleracea* var. *italica*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 7, 2009.

PARK, H.; O'MAHONY, M.; KIM, K. A comparison of the discriminating power of anova and r-index analyses of hedonic data for various products and experimental protocols. **Journal of Sensory Studies**, v. 22, n. 3, p. 281–292, 2007.

RANGEL, C. N. .; SILVA, E. M. M.; SALVADOR, L. .; FIGUEREDO, R. .; WATANABE, R. .; SILVA, J. B. C.; CARVALHO, J. L. V.;; NUTTI, M. R. Sensory evaluation of cakes prepared with orange-fleshed sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.). **Perspectivas en Nutrición Humana**, v. 13, n. 2, p. 203–211, 2011.

SEMENIK, R.; BAMOSSY, G. **Princípios de Marketing: uma perspectiva global**. São Paulo: Makron, 1995.

STONE, H. .; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. London: Academic Press, Inc., 1993.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, p. 12–21, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das características físicas avaliadas proporcionou a compreensão de que o melhoramento da espécie e das características dos frutos demandam mais esforços dos pesquisadores, no sentido de agregar valor ao produto, reduzir perdas por perecibilidade e injúrias, incrementar a produção, e, conseqüentemente, gerar mais renda no setor agrícola. Constatou-se, ainda, que estudos de caracterização de frutos são importantes para subsidiar estudos genéticos no que se refere à seleção de caracteres desejáveis, que atendam ao mercado consumidor.

A caracterização química e físico-química do maxixe *in natura* apontou vários constituintes químicos, que potencializam seu uso não apenas como alimento e medicinal, mas como uma fonte de matéria-prima para outros produtos com elevado valor agregado (indústria de alimentos, cosmética, farmacêutica, etc.).

A farinha de maxixe apresentou características tecnológicas desejáveis, contribuindo para uma boa estabilidade e conservação do produto, e elevado potencial para uso como alimento funcional ou nutracêutico, tendo em vista os inúmeros constituintes fitoquímicos presentes no fruto, com papéis biológicos importantes no combate e prevenção de doenças, requerendo estudos mais aprofundados para o melhor aproveitamento deste produto.

Verificou-se que é viável a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de maxixe, na elaboração de produtos de panificação, adicionando nutrientes perdidos no refinamento do trigo, e conseqüente, proporcionando benefícios a saúde.

O teste com os bolos sinalizaram o potencial da farinha de maxixe como uma opção viável para o segmento mercadológico e consumidor em potencial. E novos estudos, com elaboração de novos produtos, novos percentuais usando a farinha de maxixe são necessários para uma melhor adequação do produto, em termos sensoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2002a.

_____. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2002b.

GOMES-COSTA, G. A.; ALVES, M. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Cucurbitaceae. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 817–829, 2012.

IBGE. **Pesquisa de Orçamento Familiares 2002-2003. Aquisição alimentar domiciliar per capita: brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em:**<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2002aquisicao/aquisicao.pdf>. Acesso em 17 ago. 2014.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 13 ed. 778p.

LIMA, A. S.; MOURA, K. M.; ALMEIDA, L. B.; NADIANI, T.; SILVA, S. Caracterização centesimal de maxixe e sua aplicação na produção de picles. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 17, p. 407–412, 2006.

MODOLO, V., A.; COSTA, C. P. Avaliação de linhagens de maxixe paulista em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 632–634, 2003.

NASCIMENTO, A. M. do C.; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e avaliação química, biológica e sensorial de conserva de maxixe (*cucumis anguria* l.). **Acta Tecnológica**, v. 6, n. 1, p.123. jan-jun. 2011.

NASCIMENTO, A. M. do C.; NUNES, R. G. F. L.; SILVA, M. de J. M. da. Elaboração e Avaliação química e sensorial de conserva de maxixe (*cucumis anguria* l.). In: **V CONNEPI 2010**.

PEREIRA, D. V.; FERREIRA, A. V.; SILVA, F. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, V. L. V.; NASCIMENTO, F. F.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, J. N.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Capacidade antioxidante e fenólicos totais de maxixe (*cucumis anguria* L.). **V CONNEPI-2010**, n. 1, p. 1–6, 2010.

SACCARO JÚNIOR, Nilo L.A **regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília, 2011

APÊNDICES

APÊNDICE A - Formulário de Avaliação Sensorial – Teste de Aceitação e Intenção de Compra.

Universidade Federal de Campina Grande, *campus* Cuité
Teste de Aceitação e Intenção de Compra

Idade: _____ Sexo: _____ Escolaridade: _____ Data: _____

Você está recebendo ____ amostras codificadas de _____ elaboradas a partir da farinha de maxixe. Prove-as da esquerda para direita e escreva o valor da escala que você considera correspondente à amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água.

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei muitíssimo

ATRIBUTOS	AMOSTRAS (Código)		
Aparência			
Cor			
Aroma			
Sabor			
Textura			
Avaliação Global			

Agora indique sua atitude ao encontrar estas preparações no mercado.

- 5 – compraria
- 4 – possivelmente compraria
- 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse
- 2 – possivelmente não compraria
- 1 – jamais compraria

ATRIBUTOS	AMOSTRAS (Código)		
Intenção de Compra			

Comentários: _____

OBRIGADA!

APÊNDICE B - Formulário de Avaliação Sensorial – Teste de Ordenação-Preferência.

Universidade federal de Campina Grande, *campus* Cuité
Teste de Ordenação-Preferência

Idade: _____ Sexo: _____ Escolaridade: _____ Data: _____

Você está recebendo ___ amostras de _____ elaboradas a partir da farinha do fruto do maxixe. Por favor, prove as amostras, da esquerda para direita, e ordene-as em ordem decrescente de preferência geral. Espere 30 segundos antes de consumir a próxima amostra e utilize a água entre cada avaliação.

	Mais Preferida	—————→	Menos preferida
Posto	1º Lugar	2º Lugar	3º Lugar
Código			

Comentários: _____

Agora, por favor, responda as seguintes questões:

Qual característica sensorial você mais apreciou na amostra mais preferida?

Qual característica sensorial você não apreciou na amostra menos preferida?

Comentários: _____

Obrigada!

ANEXOS

ANEXO A –

ANEXO B - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
CAMPUS CUITÉ-PB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS E BIOTECNOLOGIA

TERMO DO CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre a elaboração de um produto alimentício (panificação) obtido com farinha de maxixe e está sendo desenvolvido por Mônica Andrade de Mattos, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, sob a orientação da Professora Dra. Ana Regina Campos.

A pesquisa é justificada pela necessidade de se avaliar a farinha de maxixe, se a mesma é um alimento viável para consumo do ponto de vista sensorial, nutricional e microbiológico, uma vez que o maxixe apresenta várias propriedades medicinais, entre elas: ação emoliente, anti-helmíntica, anti-hemorroidal, antiemética, laxativa e o extrato aquoso hipoglicemiante e antioxidante. O elevado teor de zinco confere ao maxixe propriedades como: redutor do colesterol, preventivo em doenças na próstata e cicatrizante.

Objetivos do estudo:

Analisar e caracterizar os aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais do produto alimentício obtido a partir da farinha do fruto do maxixe (*Cucumis anguria* L.).

Para tanto, V. Sa. receberá 03 diferentes amostras de preparações contendo farinha de maxixe em sua formulação, e deverá avaliar a aceitação sensorial do produto quanto aos atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e fará uma avaliação da aceitação global dos produtos. Além disso, deverá expressar sua intenção de compra das referidas amostras. Por fim, deverá ordenar em ordem decrescente (amostra mais preferida para a amostra menos preferida) de preferência geral a(s) preparação(ões) submetidas à avaliação sensorial.

Para realização dos testes sensoriais, alguns critérios de seleção serão estabelecidos para os provadores participarem da avaliação. Estes deverão estar interessados e com disponibilidade em participar da avaliação, não deverão apresentar nenhum problema de saúde ou deficiência física que venha comprometer a avaliação sensorial do produto, especificamente relacionado a três dos sentidos humano: olfato, paladar e visão, e que gostem de consumir o produto em questão. Indivíduos de ambos os sexos poderão participar da avaliação, com faixa etária que poderá variar de 18 a 45 anos de idade. Para participar desta pesquisa o voluntário deverá estar atento aos componentes da formulação, aqueles relacionados a alergias ou intolerância, de forma que serão vetados em participar da análise, devido ao risco de desenvolverem algum problemas de saúde. O produto elaborado terá como componentes os seguintes ingredientes: farinha de trigo, margarina, ovo, açúcar, leite e fermento. Serão considerados como critérios de exclusão os casos que não atendam às características pontuadas acima.

Informamos que essa pesquisa não oferece riscos previsíveis, para a sua saúde. Todavia, na ocasião da aplicação das análises sensoriais, as preparações deverão estar isentas de qualquer risco de contaminação para os provadores. Estas contaminações poderão ser provenientes, principalmente, do processamento das amostras. Para amenizar este fator de contaminação, haverá todo um procedimento asséptico na elaboração dos produtos. Além disto, antes da aplicação das análises sensoriais as amostras serão submetidas à análises microbiológicas que deverão demonstrar a qualidade higiênico-sanitária dos produtos

elaborados, sendo descartados e não submetidos aos testes sensoriais quando os resultados estiverem acima dos valores permitidos pela legislação específica.

Desta forma, o protocolo metodológico utilizado tanto durante o processo de elaboração dos produtos, assim como antes da aplicação da análise sensorial, garantirá que o provador estará recebendo amostras sem nenhum risco de contaminação microbiológica.

Igualmente, os benefícios que a pesquisa poderá trazer para população, como a oferta de um alimento alternativo com propriedades nutritivas, superam todos os possíveis riscos que possam ocorrer, mas que serão a todo momento contornados e controlados.

Solicitamos a sua colaboração na avaliação sensorial, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica, bem como da realização de imagens (fotos). Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Só deve participar desta pesquisa quem for consumidor de produtos como pães, biscoitos e cookies.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) Pesquisador(a) Mônica Andrade de Mattos, nos telefones: (83) 9993-0842 / 9660-6942

Endereço (Setor de Trabalho): Universidade Federal de Campina Grande. *Campus* Cuité, Centro de Educação e Saúde / Unidade Acadêmica de Saúde. Olho D'Água da Bica, S/ nº - Cuité/PB. CEP: 58175-000 PB – Brasil.

Telefone: (83) 3372-1900 / (83) 3372-1802 / (83) 3372-1981

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/CCS/UFPB (83)3216-7791

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante