



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS POMBAL- PB

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANGA (*Mangifera indica* L. cv. Tommy
Atkins) OSMOTICAMENTE DESIDRATADA POR MEIO DE ANÁLISE
DESCRITIVA QUANTITATIVA E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS**

LORENA LUCENA DE MEDEIROS

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

POMBAL – PB

2012

LORENA LUCENA DE MEDEIROS

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANGA (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) OSMOTICAMENTE DESIDRATADA POR MEIO DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Trabalho de conclusão apresentado como requisito parcial à obtenção do grau Bacharel em Engenharia de Alimentos, pelo Centro de Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Orientadora: Profa. MSc. Máira Felinto Lopes

Co-orientador: Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias

POMBAL - PB

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

M488a Medeiros, Lorena Lucena de.

Avaliação sensorial de manga (*Mangífera Indica* L. Cv. Tommy Atkins) osmoticamente desidratada por meio de análise descritiva e redes neurais artificiais. / Lorena Lucena de Medeiros. – Pombal: UFCG/CCTA, 2012.

120 f.

Orientador: Prof.^a MsC.^a Maira Felinto Lopes.

Coorientador: Prof.^o Dr.^o Camilo Allyson Simões de Farias.

Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – UFCG/CCTA/UATA.

1. Análise sensorial. 2. Desidratação osmótica. 3. Manga - Tommy Atkins. 4. Redes neurais artificiais. I. Lopes, Maira Felinto. II. Farias, Camilo Allyson Simões de. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 614:543.92(043)

LORENA LUCENA DE MEDEIROS

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANGA (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) OSMOTICAMENTE DESIDRATADA POR MEIO DE ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

APROVADA EM 22/10/2012

BANCA EXAMINADORA

Maíra Felinto Lopes

Prof^a. MSc. Maíra Felinto Lopes

(Orientadora - UFCG)

CA. Farias.

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias

(Co-orientador - UFCG)

Adriana Ferreira dos Santos

Prof^a. Dr^a. Adriana Ferreira dos Santos

(Examinador Interno - UFCG)

Fernanda Vanessa G. da Silva.

Prof^a. Dr^a. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

(Examinador Externo - UFPB)

POMBAL – PB

2012

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais Pedro e Edileuza,
E aos meus irmãos (Edson, Ismênia, Cynara e Pettyjane),
Pelo amor e apoio incondicional
Pelo incentivo, companheirismo e orientação,
Aos Professores e amigos André Luís Sousa de Vasconcelos (*in memoriam*)
E Maíra Felinto Lopes,
Pela paciência, confiança e sabedoria para transmitir
seu conhecimento e experiência.
Sempre presentes em minha vida,
Com amor e carinho,
Dedico-lhes este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é meu refúgio e minha fortaleza, a ele por estar sempre presente guiando e iluminando todos os meus passos.

Aos meus pais, pelo amor, carinho e compreensão indispensáveis na trajetória dos meus estudos.

Aos meus irmãos pela força, incentivo, companheirismo e por terem me encorajado nos momentos difíceis.

À Professora Maíra Felinto Lopes, pela orientação, amizade, irmandade e acompanhamento deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos. Agradeço à dedicação, o incentivo, a disponibilidade e o apoio durante esses anos.

As professoras Adriana Ferreira dos Santos e Fernanda Vanessa Gomes da Silva pelas experiências compartilhadas, pela contribuição, disponibilidade e compreensão ao longo desses anos.

Ao Professor André Luís Sousa de Vasconcelos (*in memoriam*) pelo apoio, dedicação, disponibilidade, confiança e pelas experiências transmitidas no decorrer do curso.

Ao Professor Camilo Allyson Simões de Farias, pela orientação, paciência e dedicação.

Ao meu cunhado Marconi e a minha cunhada Rivânia pela contribuição e incentivo, a quem estiveram sempre dispostos a me ajudar e que me apoiaram todos esses anos.

Aos sobrinhos pelo apoio e amizade no decorrer desses anos.

Aos Técnicos Emmanuel, Jeanne, Fabíola e Wéllida pela colaboração, disposição e paciência durante esses anos.

Às amigas Aline, Milena, Zélia, Fabíola, Marlene, Eliane, Júlia, e Danise pelo apoio, colaboração, amizade e presença constante durante todo percurso acadêmico, transmitindo entusiasmo, confiança e lealdade, transformando os momentos difíceis em momentos de grandes alegrias.

A João Paulo pela contribuição durante a produção e análise das mangas.

Aos meus colegas, professores e amigos que participaram de minha formação acadêmica, com o qual tive a oportunidade de compartilhar muitos trabalhos, experiências, cujo acolhimento e companheirismo foram importantes para a conclusão deste curso.

Aos voluntários que foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

A todos os colegas, amigos e familiares que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO GERAL.....	17
CAPÍTULO I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
1.1 Manga.....	19
1.2 Secagem.....	21
1.2.1 Desidratação osmótica.....	22
1.2.1.1 Agentes Osmóticos	23
1.3 Conservantes e Acidulantes.....	24
1.4 Atividade de água (Aw)	25
1.5 Avaliação Sensorial.....	27
1.5.1 As propriedades sensoriais.....	29
1.5.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	30
1.5.3 Testes afetivos.....	31
1.6 Redes Neurais Artificiais (RNA)	32
1.6.1 Motivação para as RNA	33
1.6.2 Neurônios Artificiais: modelo MCP.....	34
1.6.3 Funções de Ativação.....	35
1.6.4 Arquitetura da RNA.....	35

1.6.5 Aprendizado.....	36
1.6.6 Redes Auto-organizáveis.....	37
1.6.6.1 Redes SOM.....	38
1.6.6.1.1 Arquitetura e Treinamento.....	39
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO II: PROCESSAMENTO DE MANGA OSMOTICAMENTE DESIDRATADA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA.....	48
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1 INTRODUÇÃO.....	51
2 OBJETIVO	52
2.1 Geral.....	52
2.2 Específico.....	52
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.1 Matéria-Prima.....	53
3.2 Elaboração da Manga Osmoticamente Desidratada.....	54
3.3 Avaliação físico-química.....	57
3.4 Avaliação Microbiológica.....	57
3.4.1 Identificação do grupo Coliforme	57
3.4.2 Detecção de <i>Salmonella sp.</i>	58
3.5 Análise Estatística.....	58

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5 CONCLUSÃO	65
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

CAPÍTULO III: ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE MANGA (<i>Mangifera indica</i> L. cv. Tommy Atkins) DESIDRATADA OSMOTICAMENTE.....	68
--	----

RESUMO.....	69
-------------	----

ABSTRACT.....	70
---------------	----

1 INTRODUÇÃO.....	71
-------------------	----

2 OBJETIVO	72
------------------	----

2.1 Geral.....	72
----------------	----

2.2 Específico.....	72
---------------------	----

3 MATERIAL E MÉTODOS.....	73
---------------------------	----

3.1 Análise Descritiva Quantitativa.....	73
--	----

Recrutamento e Seleção de Candidatos.....	73
---	----

3.1.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos provadores.....	74
--	----

Seleção da equipe final dos provadores.....	77
---	----

3.1.4 Aplicação dos testes sensoriais definitivos.....	78
--	----

3.2 Análise Estatística.....	79
------------------------------	----

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
-------------------------------	----

5 CONCLUSÃO	85
-------------------	----

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	86
----------------------------------	----

CAPÍTULO IV: ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA MANGA POR MEIO DE REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS AUTO- ORGANIZÁVEIS.....	87
---	----

RESUMO.....	88
-------------	----

ABSTRACT.....	89
---------------	----

1 INTRODUÇÃO.....	90
-------------------	----

2 OBJETIVO	91
------------------	----

2.1 Geral.....	91
----------------	----

2.2 Específico.....	91
---------------------	----

3 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
---------------------------	----

3.1 Análise Sensorial.....	92
----------------------------	----

3.2 Redes Neurais Artificiais (Mapas auto-organizáveis)	93
---	----

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
-------------------------------	----

5 CONCLUSÃO	104
-------------------	-----

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	105
----------------------------------	-----

CONCLUSÕES GERAIS.....	106
------------------------	-----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Atividade de Água Mínima para o Desenvolvimento de Alguns Microrganismos.....26

Tabela 02 - Conteúdo Crítico de Água para Alimentos Variados.....27

CAPÍTULO II

Tabela 3 – Valores médios de pH, sólidos solúveis, acidez, vitamina C, proteínas, lipídeos, umidade, cinzas, açúcares totais e valor calórico para frutos de manga osmoticamente desidratada em diferentes tratamentos.....62

Tabela 4 - Valores médios das análises microbiológicas de mangas desidratadas osmoticamente e acondicionados em embalagens PET.....64

CAPÍTULO III

Tabela 1: Concentrações das soluções para o teste de gostos básicos.....74

Tabela 2: Definição dos termos descritivos e materiais de referências para amostras de manga osmoticamente desidratada.....75

Tabela 3: Médias dos atributos sensoriais obtidas da análise descritiva quantitativa das amostras de manga osmoticamente desidratada.....81

Tabela 04: Coeficientes de correlação dados na Análise de Componentes Principais entre os atributos sensoriais.....84

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1: Aparência da Manga cultivar Tommy Atkins.....	20
Figura 2: Componentes do Neurônio Biológico. Fonte: JUNIOR, 2009.....	33
Figura 3: Neurônio de McCulloch e Pitts, onde \sum representa a soma ponderada das entradas e T a função de ativação. Fonte: JUNIOR, 2009.....	34
Figura 4: Modelo de Rede Neural Artificial. Fonte: GONÇALVES, <i>et.al</i> , 2005.....	36
Figura 5: Dois modelos de mapas auto-organizados. Fonte: HAYKIN, 1999.....	40
Figura 6: Redução da região da vizinhança entre os instantes de $t = 1$ a $t = 3$. Fonte: SOUZA, 2010.....	42

CAPÍTULO II

Figura 2: Fluxograma geral do processo de obtenção da manga osmoticamente desidratada e secagem em estufa.....	56
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1: Termos descritivos e materiais de referências para a manga osmoticamente desidratada.....	77
Figura 2 - Ficha de avaliação utilizada para análise sensorial descritiva de manga osmoticamente desidratada.....	78
Figura 3: Perfil Sensorial das amostras de Manga Osmoticamente Desidratada.....	83

CAPÍTULO IV

Figura 6: Mangas osmoticamente desidratadas, nos três tratamentos estudados: CUBO, CUBO1h e PALITO. Fonte: Autoria própria.....	92
Figura 7: Forma de apresentação das amostras para análise sensorial e provadores avaliando as mangas osmoticamente desidratada.....	93
Figura 8: Representação da Rede SOM. Fonte: Autoria Própria.....	94
Figura 9: Gráfico Hits para a amostra CUBO, expressa os resultados dos provadores para cada classe.....	96
Figura 10: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e ainda dos provadores para a amostra CUBO de manga osmoticamente desidratada.....	97
Figura 11: Gráfico Hits para a amostra CUBO1h, expressa os resultados dos provadores para cada classe.....	99
Figura 12: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e ainda dos provadores para a amostra CUBO1h de manga osmoticamente desidratada.....	100
Figura 13: Gráfico Hits para a amostra PALITO, expressa os resultados dos provadores para cada classe.....	102
Figura 14: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e ainda dos provadores para a amostra CUBO1h de manga osmoticamente desidratada.....	103

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A: Ficha de Avaliação Sensorial de Manga Osmoticamente Desidratada.....	108
--	-----

LISTA DE ANEXO

ANEXO A: Modelo de Ficha de Identificação de Gostos Básicos.....	110
ANEXO B: Modelo de Ficha de Identificação de Odores.....	110
ANEXO C: Modelo de ficha de seleção de Textura.....	111
ANEXO D: Modelo de ficha para aplicação do Teste Duo- Trio	111
ANEXO E: Modelo de ficha para aplicação do teste de Ordenação.....	112
ANEXO F: Modelo de ficha para o método de Rede.....	112
ANEXO G: Modelo de Ficha de Proporção.....	113

RESUMO GERAL

A produção de alimentos de umidade intermediária tem sido indicada especialmente para os países em desenvolvimento, pois requer tecnologias simples, gerando produtos bastante estáveis, além da economia de energia e baixo capital de investimento. As indústrias de alimentos tem buscado identificar e atender os anseios dos consumidores em relação a seus produtos. Isso é realizado com o estudo da análise sensorial que tem se mostrado uma importante ferramenta neste processo. É uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição. A combinação dos métodos (osmose e secagem) tem sido apontada como alternativa econômica e segura para a conservação dos mais diversos produtos alimentícios. O objetivo desta pesquisa viabiliza a caracterização físico-química, microbiológica e a aplicação de novas técnicas com o intuito de aprimorar a produção e o armazenamento e facilitar o estudo da aceitação por parte dos consumidores. Os frutos de manga cultivar Tommy Atkins foram colhidos manualmente e selecionados de acordo com o estágio de maturação, e passaram por várias etapas de processamento e em seguida foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. No decorrer do trabalho constatou-se que o processo de secagem resultou em um aumento no percentual de sólidos solúveis e açúcares totais em virtude da redução do teor de umidade. Com relação aos testes microbiológicos, os resultados demonstrados no estudo refletem as boas condições de higiene empregadas na elaboração e a manutenção da qualidade. A aceitação sensorial da manga osmoticamente desidratada na forma CUBO1h apresentou melhores resultados que as amostras PALITO e CUBO. Isso aconteceu devido à amostra PALITO apresentar-se mais firme e seca o que causou uma menor aceitação do produto ao ser degustado. O uso da Análise Descritiva Quantitativa forneceu informações relevantes que descrevem resultados mostrando diferenças significativas para todos os atributos entre as 3 amostras testadas, com exceção do sabor ácido que apresentou similaridade para os tratamentos CUBO1h e PALITO para o mesmo atributo. Portanto, concluiu-se que o estudo da Análise Sensorial juntamente com as Redes Neurais Artificiais poderá colaborar com o avanço tecnológico durante as pesquisas realizadas pelas indústrias e pelos acadêmicos na busca de produtos cada vez mais elaborados e exatamente de acordo com a preferência do consumidor, porém é necessário mais estudo para aprimorar cada vez mais o método.

Palavras-chave: Desidratação Osmótica, Sensorial, Redes neurais artificiais.

ABSTRACT

The production of intermediate moisture foods have been shown especially for developing countries, since it requires simple technologies, generating quite stable products, in addition to energy savings and lower capital investment. The food industry has sought to identify and meet the desires of consumers toward their products. This is accomplished with the study of sensory analysis has been an important tool in this process. It is a science that aims mainly to study the perceptions, sensations and reactions of consumers about the characteristics of the products, including its acceptance or rejection. The combination of methods (osmosis and drying) has been identified as safe and economical alternative for storing various food products. This research enables the physical-chemical, microbiological and application of new techniques in order to improve production and storage and facilitate the study of acceptance by consumers. The fruits of mango cultivar Tommy Atkins were hand picked and selected according to the maturation stage, and went through several processing steps and then were analyzed physico-chemical, microbiological and sensory. During the study it was found that the drying process resulted in an increase in the percentage of soluble solids and total sugars due to the reduction of the moisture content. With regard to microbiological tests, the results demonstrated in this study reflect the hygienic conditions employed in the preparation and maintenance of quality. The sensory acceptance of osmotically dehydrated mango as CUBO1h presented better results than the samples toothpick and CUBE. This happened due to the sample stick present itself firmer and drought which caused a lower uptake of the product to be sampled. The use of quantitative descriptive analysis provided relevant information that describe results showing significant differences for all attributes between the 3 samples tested, except for the sour taste that showed similarity to the treatments CUBO1h and stick to the same attribute. Therefore, it was concluded that the study of Sensory Analysis with Artificial Neural Networks will collaborate with technological advances during the surveys conducted by industry and by academics in search of products and increasingly elaborate exactly according to customer preference, But more study is necessary to increasingly improve the method.

Keywords: Osmotic dehydration, Sensory, Artificial neural networks.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de alimentos de umidade intermediária tem sido indicada especialmente para os países em desenvolvimento, pois requer tecnologias simples, gerando produtos bastante estáveis sob condições de ambiente, além da economia de energia e baixo capital de investimento (BRANDÃO et al., 2003).

O comércio de frutas processadas vem crescendo no mercado brasileiro, devido à melhoria da qualidade dos produtos oferecidos, do maior número de pessoas vivendo sozinhas, do acréscimo de renda e da maior facilidade proposta pelos produtos prontos para o consumo. Sendo assim, vários alimentos como sucos prontos para beber, frutas minimamente processadas, macarrão instantâneo, entre outros alimentos industrializados têm recebido a preferência do consumidor.

A combinação dos métodos (osmose e secagem) tem sido apontada como alternativa econômica e segura para a conservação dos mais diversos produtos alimentícios, além de possibilitar a obtenção de alimentos desidratados de melhor qualidade quando comparados os métodos de desidratação convencional.

A análise sensorial tem-se mostrado importante ferramenta envolvendo um conjunto de técnicas elaboradas com o intuito de avaliar um produto quanto à qualidade sensorial. É uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (MINIM, 2010).

As Redes Neurais Artificiais (RNA) podem ser definidas como uma complexa teoria que envolve a aplicação de um método computacional e devem ser vistas como uma ferramenta alternativa às técnicas convencionais de análises de dados sensoriais, sendo de rápida implementação e de manuseio relativamente fácil. Existem muitas possibilidades de utilização da RNA em análise sensorial. A importância dessa técnica em estudos de consumidor é evidente, principalmente no que diz respeito à segmentação de mercado e redimensionalização de dados obtidos por meio de consumidores, relevando-se um conceito emergente na resolução de problemas sensoriais (MINIM, 2010).

A finalidade deste estudo foi aplicar o processo de desidratação osmótica em diferentes geometrias de corte da manga, avaliando o produto final quanto as suas características sensoriais e através da aplicação de novas metodologias.

CAPÍTULO I
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Manga

A disseminação da manga pelo mundo teve início com o despertar do comércio entre a Ásia e a Europa. Os portugueses foram os primeiros a chegar à Índia, logo vislumbrando a oportunidade de negociar as especiarias e outros produtos vegetais do oriente. Na América, o primeiro país a cultivar mangueiras foi o Brasil. Na Índia são reconhecidas atualmente mais de 1.000 variedades de manga. No Brasil há cerca de 500 variedades (MEDINA et al., 1981).

A manga (*Mangifera indica* L.) pertence à família *Anacardiaceae* e figura entre as frutas tropicais de maior expressão econômica nos mercados brasileiro e internacional (BRANDÃO et al., 2003). É uma fruta com grande quantidade de polpa, de tamanho e formato variável, aroma e cor muito agradáveis que faz parte do elenco das frutas tropicais de importância econômica não só pela aparência exótica, mas também por ser uma rica fonte de carotenóides e carboidratos (TASSARA, SILVA, GOMES, 2004; BRANDÃO et al., 2003; SANTOS, 2003).

Uma das características marcantes do mercado interno é o elevado percentual de perdas decorrentes da logística inadequada, da falta de capacitação e cuidados no manuseio do produto na região, com perdas em torno de 40% (LEITE et al., 1998). A viabilização do aproveitamento racional da manga, preservando ao máximo os componentes nutricionais dessa fruta, seria extremamente importante para o Brasil, o qual se apresenta como um grande produtor mundial da fruta (RIBEIRO e SABAA-SRUR, 1999).

A variedade Tommy Atkins apresenta alta produtividade, regularidade de produção, coloração atraente do fruto e boa resistência ao transporte. A polpa é de cor amarela escura, textura firme devido à presença de fibras finas e abundantes, sujeita ao amolecimento interno, de origem fisiológica. O peso específico real da polpa é de 0,99(g/cm³) e o peso específico aparente de 0,53. A polpa com 86,5% do peso do fruto, os açúcares redutores com 4,08%, os açúcares totais com 12,37%, 15,6° a 16,24° Brix, acidez de 0,38 a 0,48%, pH de 4,29 a 4,60%, a vitamina C é de 42 mg/100g de polpa, 0,82% de fibras, com 1,24% de pectina, de acordo com Manica (2001).

A manga tem a respiração celular de forma intensa e com isso, sua deterioração é mais rápida, o que dificulta a comercialização de toda a safra da fruta *in natura*, sendo a industrialização uma alternativa para o excedente de produção, além de possibilitar o consumo da fruta na entressafra (SUGAI, 2002).

Devido ao excelente sabor aliado às boas características nutritivas e funcionais da manga, a mangicultura tem ganhado importância econômica, estando entre as dez culturas mais plantadas no mundo, em aproximadamente 94 países. Devido ao clima propício, a cultura da manga se apresenta como uma das principais culturas nas regiões tropicais (MATOS, 2000).

A cultivar norte-americana *Tommy Atkins* tem boa aceitação no mercado nacional e internacional. É uma variedade bastante produtiva, daí ser eleita pelos produtores para seus plantios, apresenta ausência de fibras e é pobre no atributo sabor se comparada com outras variedades (PINTO, 2002; MACEDO, 2001).

Para industrialização da manga é desejável que os frutos tenham peso superior a 200 g, visando bom rendimento em polpa e um pH inferior a 4,3 é desejável, porque proporciona uma maior resistência ao crescimento de microrganismos patogênicos no produto final (SANTOS, 2003).



Figura 1 – Aparência da Manga cultivar Tommy Atkins.

Fonte: Autoria Própria

1.2 Secagem

A secagem com ar aquecido é um processo antigo utilizado para preservar alimentos, no qual o sólido a ser seco é exposto a uma corrente de ar quente que flui continuamente e assim a umidade é removida. Apesar de garantir a estabilidade do alimento por longos períodos de estocagem, decréscimos na qualidade do produto final podem ser observados tais como: dureza excessiva, degradação da cor, aroma e sabor (RATTI, 2001).

A pré-secagem por osmose tem sido utilizada para minimizar os efeitos adversos que geralmente aparecem quando o produto é submetido a secagem a ar quente (DEL VALLE et al., 1998).

Existem três fatores inter-relacionados que controlam a capacidade do ar de remover água de um alimento: a quantidade de vapor d'água presente no ar; a temperatura do ar; a quantidade de ar que passa pelo alimento. Primeiramente, o alimento absorve calor do ar quente, o que provê o calor latente necessário para evaporar a água da superfície. A temperatura do ar, medida por um termômetro, é chamada de temperatura de bulbo seco. O terceiro fator que controle a taxa de secagem, além da temperatura do ar e da umidade, é a velocidade do ar. Quando o ar quente é soprado sobre um alimento úmido, o vapor d'água difunde através da camada limite de ar ao redor do alimento e é levado pelo ar em movimento. Um gradiente de pressão de vapor d'água é estabelecido entre o interior do alimento úmido e o ar seco. Esse gradiente provê a "força motriz" para a remoção de água do alimento (FELLOWS, 2006).

A camada limite atua como uma barreira tanto para a transferência de calor quanto para a remoção de vapor d'água durante a secagem. A espessura da camada é determinada principalmente pela velocidade do ar. Se a velocidade é baixa, a espessura da camada limite é maior, o que reduz tanto o coeficiente de transferência de calor quanto a taxa de remoção de vapor d'água. Este sai da superfície do alimento e aumenta a umidade do ar ao redor dele, causando uma redução do gradiente de pressão de vapor d'água e, portanto, na taxa de secagem. Portanto, quanto maior a velocidade do ar, menor a espessura da camada limite e maior a taxa de secagem (FELLOWS, 2006).

Pesquisas apontam que a quantidade de água livre presente nos alimentos é uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e conservados. A diminuição da atividade de água pode ser obtida com a desidratação da fruta e/ou hortaliça, conseqüentemente contribuindo para a conservação e uso prolongado destas. Dos diversos processos para a conservação dos alimentos já em uso, a secagem é, sem dúvida, um dos mais antigos (ANDRADE et al., 2003). Suas vantagens são várias, dentre as quais se destaca a redução do peso da fruta ou hortaliça de 50 a 80%, o que acarreta melhor conservação do produto e menor custo de armazenamento. Com essa técnica já são elaborados produtos de alta qualidade, usados para exportação como as tâmaras e uva-passa. Esses produtos possuem um alto valor agregado e facilidade no transporte, o que possibilita a redução dos custos (GOMES, 2007).

Particular atenção tem sido dada a processos que preservam características sensoriais e estrutura física dos alimentos. O uso da desidratação osmótica em soluções concentradas, ou sua combinação a outros processos, tem sido efetivo na redução do colapso estrutural de frutos delicados, mesmo quando posteriormente se aplica processos agressivos como tratamento térmico (LIMA et al., 2004).

1.2.1 Desidratação osmótica

A desidratação por osmose consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais, levando a dois fluxos de massa simultâneos: fluxo de água do alimento para a solução devido à diferença na pressão osmótica e transferência simultânea de soluto da solução para o alimento, devido aos gradientes de concentração (TORREGGIANI, 1993).

A técnica tem como objetivo desidratar alimentos por imersão em uma solução hipertônica. A água é removida devido à diferença de potencial osmótico entre o alimento e a solução osmótica, a redução da atividade da água dos alimentos e, conseqüentemente, a disponibilidade de água para a deterioração química e biológica. Durante o processo de dois fluxos simultâneos, através das paredes das células são criadas em contra-corrente: um de água que sai do fruto para a solução - o mais importante, do ponto de vista de desidratação - e outros do

soluto osmótico (geralmente um sal ou açúcar) a partir da solução no interior do fruto (ORDÓÑEZ, 2005).

Outra vantagem da desidratação osmótica é o tempo de vida útil do produto, apresentando boa estabilidade microbiológica por até 180 dias, com boa aceitabilidade durante todo o período de armazenamento (LIMA et al., 2004).

Muitos métodos foram desenvolvidos tentando diminuir o tempo de processamento, melhorar a qualidade do produto final e tornar a produção contínua. Quanto mais lento o processo de concentração, melhor a aparência e o rendimento do produto final (BILHALVA, 1976; JACKIX, 1988).

Ribeiro e Sabaa-Srur (1999) desidrataram cubos (2cm x 2cm) de mangas da variedade Rosa. Os frutos descascados e cortados foram imersos em solução contendo 100ppm de ácido ascórbico e em seguida imersos em água a 85°C por 5 minutos. Quando essa temperatura atingia o ponto central das mangas, imediatamente a água quente era substituída por água gelada promovendo o resfriamento rápido. Foram utilizados xaropes com concentração inicial de 30° Brix (90% de sacarose, 10% de glicose), os cubos foram imersos até que o equilíbrio osmótico entre a solução e a fruta fosse obtido e então se aumentava a concentração em 10° Brix até valor superior de 68° Brix. A drenagem parcial do xarope foi realizada, e os cubos foram imersos rapidamente em água quente e desidratados em estufa com circulação de ar aquecido a 50°C.

Borges e Menegalli (1994) estudaram a influência da desidratação osmótica, realizada antes da secagem da manga em secador de bandeja. Utilizaram como solução desidratante sacarose a 65%, a 30°C por 5 horas. A cinética de secagem foi estudada a 40°C, 50°C e 60°C. Este tratamento osmótico reduziu a umidade em até 72% e aumentou os açúcares totais de até 21%.

1.2.1.1 Agentes Osmóticos

Essa propriedade está relacionada com o soluto na solução. Se adicionarmos açúcar(sacarose) ou sal(cloreto de sódio) em grande quantidade, poderemos aumentar o tempo de conservação de um alimento porque haverá aumento da pressão osmótica (PO) e não haverá água disponível para o crescimento microbiano (OETTERER, 2006).

A parede celular e o tipo de açúcar utilizado como agente osmótico podem influenciar no fenômeno de transferência de massa. O uso de um agente osmótico com maior peso molecular pode provocar uma diminuição no ganho de sólidos e o aumento na perda de água, favorecendo a perda de massa. A temperatura da desidratação osmótica tem uma importante influência na cinética, bem como na qualidade do produto final. O aumento da temperatura faz com que ocorra maior remoção de água e um decréscimo no tempo de tratamento. Entretanto, na desidratação da maioria das frutas, existe uma temperatura limite de 50°C para que não ocorra perda de sabor e aumento do escurecimento (MARTIM, 2006).

O estágio de maturação do vegetal, assim como a sua consistência são fatores influentes na quantidade de açúcar necessária ao processo de cristalização. As frutas maduras não são apropriadas para a saturação com açúcares, a menos que se proceda a um pré-tratamento com sal, que por remoção de água causa o enrijecimento da estrutura do fruto ou por tratamento com cloreto de cálcio (RIBEIRO et al., 1999).

O açúcar, especialmente quando aliado ao aquecimento, é um bom agente de conservação dos produtos alimentícios. A presença de açúcar aumentará a pressão osmótica do meio, criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e a reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e bolores. Porém, existem alguns microrganismos que conseguem viver mesmo em condições de baixo teor de umidade e, por isso, alguns alimentos conservados pelo uso de açúcar devem receber um tratamento complementar para sua conservação (GAVA, 2008).

1.3 Conservantes e Acidulantes

Conservante é uma substância que impede ou retarda a alteração dos alimentos por microrganismos ou enzimas. Minimizar os processos de deterioração é de grande relevância para a indústria de alimentos. O frio, o calor e a secagem são usados, com muito êxito na conservação de alimentos, porém, complementarmente, a adição de conservantes é de grande importância no controle da deterioração microbiológica (ANTUNES, 2007).

O ácido benzoico é encontrado naturalmente em determinados alimentos como cerejas, ameixa, oxicoco, chá, anis, canela, cravo, leite, queijos, batata,

farinha de soja, nozes, até no máximo de 40ppm. É o mais usado dos conservadores, principalmente pelo custo acessível e ação antimicrobiana. Adicionado normalmente como benzoato (sal de sódio) que é duzentas vezes mais solúvel, atua na forma não dissociada da molécula, com melhor eficiência na faixa de pH de 2,5 a 4,0 e por isso é indicado em produtos ácidos. A sua ação é mais efetiva contra leveduras e bolores, possuindo pouco efeito sobre bactérias por causa de sua ineficiência acima do pH 4,5 (GAVA, 2008).

De acordo com as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1997), um produto é classificado como acidulante quando é capaz de aumentar a acidez de um alimento ou conferir a ele sabor ácido. Os acidulantes mais utilizados pela indústria alimentícia são os ácidos orgânicos iguais aos encontrados em frutas, tais como o ácido cítrico do limão e da laranja, tartárico da uva e o ácido málico presente na maçã.

O ácido cítrico é um composto orgânico, ao qual podem ser atribuídas várias funções, entre elas a de conservante. Segundo a Instrução Normativa N° 01 de 07/01/2000, onde se recomenda a concentração com um mínimo de 0,32% (OETTERER, 2006).

1.4 Atividade de água (Aw)

Para uma estabilidade mais prolongada, o alimento deve atingir níveis mais baixos de atividade de água, o que pode ser conseguido através de uma secagem adicional em outros equipamentos. Portanto, a desidratação osmótica tem sido usada como uma etapa anterior ao processo de liofilização, secagem a vácuo, secagem a ar quente, entre outros. Nesse sentido, o pré-tratamento osmótico pode melhorar aspectos nutricionais, sensoriais e funcionais dos alimentos, sem mudar sua integridade, sendo efetivo mesmo à temperatura ambiente, de maneira que o dano térmico à textura, cor e aroma do alimento é minimizado (LIMA et al., 2004).

Sabe-se que os microorganismos não podem crescer em sistemas de alimentos desidratados quando a atividade de água está abaixo de 0,6-0,7; mas outras reações enzimáticas ou não, continuam atuando no processo de armazenagem. A atividade de água tem sido um parâmetro usual para determinar o

ponto final da secagem visando reduzir a possibilidade de crescimento microbiológico (ANTONIO, 2002).

A atividade de água da maioria dos alimentos frescos está acima de 0,99. Todos os microrganismos têm uma atividade de água mínima (a_w) de desenvolvimento, conforme estão descritos na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Atividade de água mínima para o desenvolvimento de alguns microrganismos

Microrganismos	Aw Mínima
Grupos	
Maioria das bactérias	0,9
Maioria das leveduras	0,88
Maioria dos mofos	0,80
Organismos Específicos	
Clostridium Botulinum, tipo E	0,97
Escherichia coli	0,96
Staphylococcus aureus	0,86

Fonte: JAY, James M. Microbiologia de Alimentos. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Pág. 58

Existem algumas relações entre a_w , temperatura e nutrição. Primeiro, a qualquer temperatura, a capacidade de crescimento dos microrganismos diminui com a redução da a_w . Segundo, o intervalo de a_w no qual os microrganismos crescem é maior na sua temperatura de nutrientes que aumenta o intervalo de atividade de água no qual os microrganismos crescem é maior na sua temperatura ótima de crescimento. Terceiro, a presença de nutrientes aumenta o intervalo de atividade de água no qual os organismos sobrevivem. Os valores específicos dados na Tabela 01 devem ser utilizados somente como pontos de referência, pois mudanças na temperatura ou na quantidade de nutrientes podem levar ao crescimento em a_w mais baixas (JAY, 2005).

Embora algumas espécies sejam destruídas no processo de secagem, este não é letal para microrganismos. Muitos tipos de microrganismos podem ser recuperados de alimentos secos, especialmente quando estes são de baixa

qualidade e se não foram seguidas de práticas apropriadas nas etapas de secagem (JAY, 2005). Embora a secagem destrua alguns microrganismos, endósporos de bactérias sobrevivem, assim como leveduras, fungos e muitas bactérias Gram-negativas e Gram-positivas (MAY, 2005).

O conteúdo crítico de água tem sido sugerido como um guia para a estabilidade de alimentos secos. Trata-se da quantidade de água que não deve ser excedida a fim de evitar o crescimento fúngico. Embora esses valores possam ser utilizados como vantagem, eles devem ser seguidos com cuidado, pois o aumento de 1% pode ser desastroso em várias circunstâncias (MAY, 2005). O conteúdo crítico de água para algumas misturas de alimentos está apresentado na Tabela 2.

Tabela 02 - Conteúdo Crítico de Água para Alimentos Variados

Alimentos	% Água
Leite em pó integral	~8
Ovos desidratados	10-11
Farinha de trigo	13-15
Arroz	13-15
Carne hidratada sem gordura	15
Vegetais desidratados	14-20
Amido	18
Frutas desidratadas	18-25

Fonte: Mossel e Ingram, apud MAY, 2005.

1.5 Avaliação Sensorial

Análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos as várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem

dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado (BRASIL 2008).

A qualidade sensorial de um alimento não é uma característica própria deste, mas sim o resultado da interação entre ele e o homem. A qualidade sensorial é uma função tanto dos estímulos procedentes dos alimentos como também das condições fisiológicas e sociológicas dos indivíduos que o avaliam, no contexto ambiental em que se localizam esse indivíduo e o próprio produto. Dessa maneira, pode-se perceber que a qualidade sensorial de um alimento pode variar dependendo da pessoa, sendo ditada por uma vasta gama de fatores que envolvem a característica do alimento, como aparência, sabor, textura, forma, método de preparo, custo e sazonalidade; também estão presentes as características dos indivíduos associados à idade, sexo, educação, renda, habilidades na cozinha, entre outras (MINIM, 2010).

A análise sensorial baseia-se na avaliação subjetiva das observações relacionadas entre aparência, odor, textura e sabor. Atualmente com o desenvolvimento da avaliação sensorial é possível analisar de forma científica e objetiva as características subjetivas que influem a aceitabilidade do alimento ou bebida pelo consumidor (OLIVEIRA, 2009).

O teste sensorial de um alimento ou de um grupo de alimentos deve seguir um conjunto de especificações básicas, para que se mantenha uma uniformidade em toda a metodologia empregada, da mesma maneira que se deve seguir um roteiro ou um método para qualquer procedimento laboratorial, de modo a obter a padronização dos experimentos (MINIM, 2010).

A utilização dos sentidos para avaliar alimentos e bebidas data dos primórdios da civilização. Sua importância revela-se inicialmente na identificação de produtos aptos ou não ao consumo humano. Na indústria de alimentos, essa prática define o sucesso do lançamento de produtos no mercado (ARAÚJO, 2009).

A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais, da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (MINIM, 2010).

A diversidade dos métodos a serem empregados visa a atender os objetivos específicos da análise aplicada. Podem representar a aceitação do consumidor, diferenças entre novos produtos e similaridades convencionais e os principais pontos de diferença entre estes produtos (ARAÚJO, 2009).

A evolução da análise sensorial está intimamente relacionada ao desenvolvimento do controle de qualidade de alimentos que, por sua vez, se desenvolve com a evolução tecnológica da indústria (OLIVEIRA, 2009).

Os testes sensoriais podem ser agrupados em duas categorias. A primeira, considerada como resposta objetiva, é realizada por degustadores treinados. Utiliza-se a imparcialidade para definir os resultados, visando identificar referenciais para testes semelhantes. Os resultados podem ser subclassificados em discriminativos e analíticos. A segunda se refere aos testes de resposta subjetiva, revelando preferências e opiniões pessoais (MINIM, 2010).

A avaliação sensorial necessita de ferramentas, ou seja, métodos usados para a análise dos produtos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relaciona diretamente três tipos de testes: discriminativos, referentes às diferenciações qualitativas e/ou quantitativas entre as amostras; descritivos, descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras; subjetivos, expressam opinião pessoal do julgador.

1.5.1 As propriedades sensoriais

A nossa “máquina” de análise sensorial é composta pelos nossos sistemas sensoriais: olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual. Esses sistemas avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensórias. O primeiro contato do consumidor com um produto, geralmente, é com a apresentação visual, onde se destacam a cor e a aparência. Todo produto possui uma aparência e uma cor esperadas que são associadas as reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A forma geralmente está relacionada à forma natural, ou a uma forma comercial consagrada culturalmente. A cor de um objeto possui três características distintas que são o tom, determinado pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto; a intensidade, que depende da concentração de substâncias corantes dentro do alimento e o brilho, que é a quantidade da luz refletida pelo corpo em comparação com a quantidade de luz que incide sobre o mesmo (TEIXEIRA et al, 1987; HUY, 1992; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

O olfato é o mais sensível ou mais desenvolvido que o senso do gosto nos humanos. A aceitação ou rejeição de um alimento e sua preferência em relação a

outro dependem em grande parte da percepção olfativa. A sensibilidade aos odores do ser humano depende das sensações de fome, saciedade, humor, saúde, tabagismo ou ainda da presença ou ausência de infecções respiratórias, enquanto que na mulher é influenciado pelo ciclo menstrual ou gravidez. O olfato é talvez o sentido mais evocativo. Essa identidade olfativa é conectada a uma notável habilidade de distinguir uma diversidade de odores (OLIVEIRA, 2009).

O sabor dos alimentos envolve a percepção de substâncias não voláteis dissolvidas em água, óleo ou saliva, que são detectadas pelos botões gustativos (OLIVEIRA, 2009). É uma das propriedades sensoriais da cavidade bucal relacionadas ao paladar, percebidas na boca. É a identificação, através das papilas gustativas, das características básicas (ou gostos primários) dos alimentos, ou seja, os gostos ácidos, amargos, doces e/ ou salgados. O paladar é menos complexo do que o olfato e menos importante para o comportamento. Este sentido está associado a “receptores do gosto” situados principalmente na língua (ESTEVES, 2009).

A textura é a principal característica percebida pelo tato. É o conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). A textura se manifesta quando o alimento sofre uma deformação (quando é mordido, prensado, cortado, etc), e é através dessa interferência na integridade do alimento que se pode ter noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulosidade, aspereza, crocância, entre outras. Os alimentos possuem sons característicos, que são reconhecidos pela experiência prévia do consumidor quando são consumidos ou preparados; sendo associado principalmente à textura do alimento (TEIXEIRA et al, 1987; HUY, 1992).

1.5.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A análise descritiva quantitativa (ADQ) proporciona uma descrição das propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos para a caracterização sensorial de alimentos (CARDELLO *et al*, 1999).

A ADQ permite traçar o perfil sensorial dos produtos avaliados, e quando está associada ao estudo afetivo de consumidor permite chegar-se a conclusões de extrema importância, como saber quais as características sensoriais e em que

intensidade está presente nos produtos mais ou menos aceitos pelos consumidores, e ainda verificar, em que, produtos concorrentes diferem sensorialmente entre si. Desta forma, se desejável, é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou colocados em um produto para que ele possa superar seu concorrente (STONE, 1993).

As vantagens da análise descritiva quantitativa sobre os outros métodos de avaliação consistem na confiança do julgamento de uma equipe composta por 10-12 julgadores treinados, no desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, mais próxima a linguagem do consumidor, no desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizado, o que implica em maior concordância de julgamento entre provadores e no fato de que na ADQ os produtos são analisados com repetições por todos os julgadores, e os resultados são estatisticamente analisados (BEHRENS, 2000).

A ADQ proporciona uma completa descrição e quantificação de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de importantes atributos (CARDELLO, 1998). Esta análise mostrou ser a mais completa, elucidativa e informativa ferramenta de análise sensorial na pesquisa, no desenvolvimento e no controle de qualidade de produtos (ARAÚJO, 2009).

1.5.3 Testes afetivos

Os métodos afetivos não requerem treinamento dos julgadores e são importantes para expressar a opinião por parte dos consumidores (MINIM, 2010).

A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos (CARNEIRO, 2005). Os testes afetivos medem o grau de gostar e desgostar de determinado produto, ou ainda a preferência que o consumidor assume sobre um produto com relação ao outro (SANTANA, 2006).

Entre os métodos sensoriais disponíveis para se medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, a escala hedônica estruturada de nove pontos é provavelmente o método afetivo mais

utilizado devido à confiabilidade e validade de seus resultados, bem como pela sua simplicidade em ser utilizada pelos provadores (STONE, 1993).

Os testes afetivos são uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto. Estes testes permitem acesso as características específicas do produto ou ideias sobre o mesmo, por isso são também chamados de testes de consumidor (FERREIRA et al., 2000).

A equipe de participantes dos testes afetivos deve ser formada por um grupo de pessoas selecionadas como uma amostra representativa de uma população maior, no caso o mercado consumidor, sobre o qual o analista espera obter algumas informações. Esse grupo deve ser composto de consumidores habituais ou potenciais do produto a ser testado.

As principais aplicações dos testes afetivos são a manutenção da qualidade do produto, otimização de produtos e/ou processos e desenvolvimento de novos produtos.

O teste de ordenação é um teste no qual uma série de três ou mais amostras são apresentadas simultaneamente. Ao provador é solicitado que ordene as amostras de acordo com a intensidade ou grau de atributo específico (ABNT, 2003).

O teste de comparação múltipla é utilizado para avaliar a diferença e o grau de diferença em relação a um controle, no qual uma amostra conhecida é apresentada (WASZCZYNSKYJ, 1997).

1.6 Redes Neurais Artificiais (RNA)

As RNA são modelos computacionais inspirados na estrutura e funcionamento do cérebro humano, que conseguem reproduzir virtualmente o comportamento de qualquer função matemática. São baseados na simulação dos neurônios os quais juntos formam a rede de trabalho. Constituem um programa de computador baseado num modelo simplificado do cérebro (DEISINGH et al., 2004; MATTOSO, 2001; VLASOV et al., 2002).

Suas aplicações são inúmeras, indo desde o controle de processos industriais, aplicações climáticas, robótica, classificação de dados, análise de pesquisa de mercado e reconhecimento de padrões, análise de aroma e odor via nariz eletrônico, etc (MATTOSO, 2001).

Assim como o sistema nervoso é composto por células nervosas, a rede neural artificial também é formada por unidades que nada mais são que pequenos módulos que simulam o funcionamento de um neurônio. Estes módulos devem funcionar de acordo com os elementos em que foram inspirados, recebendo e retransmitindo informações (TATIBANA, 2012).

1.6.1 Motivação para as RNA

As RNA tentam reproduzir as funções das redes biológicas, buscando implementar seu comportamento funcional e sua dinâmica. Com isso apresenta um papel semelhante a dos neurônios biológicos que são divididos, de maneira simplificada, em três seções: o corpo celular, os dendritos e o axônio, cada um com funções específicas, porém complementares como visualizamos na figura 1. O corpo celular mede apenas alguns milésimos de milímetros, e os dendritos apresentam poucos milímetros de comprimento. O axônio, contudo, pode ser mais longo e, em geral, tem calibre uniforme. Os dendritos têm por função receber as informações ou impulsos nervosos oriundos de outros neurônios e conduzi-los até o corpo celular. Aqui, a informação é processada e novos impulsos são gerados. Esses impulsos são transmitidos a outros neurônios, passando através do axônio até os dendritos dos neurônios seguintes. O ponto de contato entre a terminação axônica de um neurônio e o dendrito de outro é chamado de sinapse. É pelas sinapses que os neurônios se unem funcionalmente, formando as redes neurais biológicas. As sinapses funcionam como válvulas, e são capazes de controlar a transmissão de impulsos, isto é, o fluxo da informação entre os neurônios na rede neural. Esse processo ocorre de forma similar nas redes neurais artificiais por meio de técnicas computacionais (BRAGA, 2011).

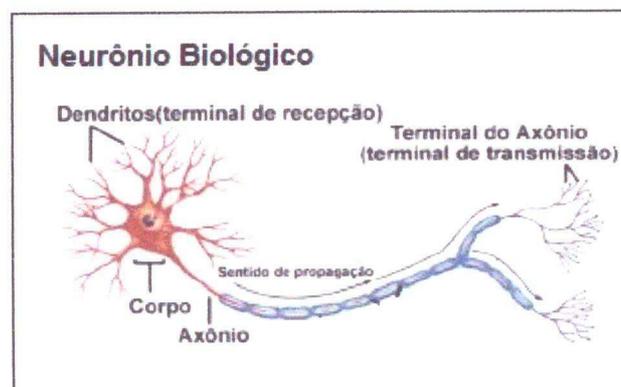


Figura 2: Componentes do Neurônio Biológico. Fonte: JUNIOR, 2009.

1.6.2 Neurônios Artificiais: modelo MCP

O modelo de neurônio artificial proposto por McCulloch e Pitts (1943) é uma simplificação do que se sabia a respeito do neurônio biológico. Sua descrição matemática resultou em um modelo com n terminais de entrada (dendritos) que recebiam os valores x_0, x_1, \dots, x_n (que representam as ativações dos neurônios anteriores) e apenas um terminal de saída y (representando o axônio). Para representar o comportamento das sinapses, os terminais de entrada do neurônio tinham pesos acoplados w_1, w_2, \dots, w_n , cujos valores podem ser positivos ou negativos, dependendo das sinapses correspondentes, que poderiam ser inibitórias ou excitatórias. O efeito de uma sinapse particular i no neurônio pós-sináptico é dado por $x_i w_i$. Os pesos determinam “em que grau” o neurônio deve considerar sinais de disparo que ocorrem naquela conexão. A seguir, na Figura 2, está ilustrada uma descrição desse modelo (BRAGA, 2011).

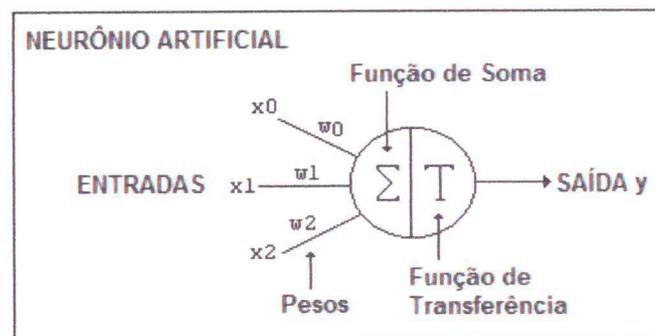


Figura 3: Neurônio de McCulloch e Pitts, onde Σ representa a soma ponderada das entradas e T a função de ativação. Fonte: JUNIOR, 2009.

Um neurônio biológico dispara quando a soma dos impulsos que ele recebe ultrapassa o seu limiar de excitação (*threshold*). Esse comportamento do neurônio biológico, por sua vez, é representado no modelo artificial por um mecanismo simples, que faz a soma dos valores $x_i w_i$ recebidos pelo neurônio (soma ponderada) e decide se o neurônio deve ou não disparar (saída igual a 1 ou a 0), comparando a soma obtida através da aplicação de uma “função de ativação”, que ativa ou não a saída, dependendo do valor da soma ponderada das suas entradas (BRAGA, 2011).

McCulloch e Pitts (MCP) simplificaram seu modelo considerando que os neurônios em cada camada da rede disparam sincronamente, isto é, que todos os neurônios são valorizados ao mesmo tempo. Em sistemas biológicos, sabe-se que não existe um mecanismo para sincronizar as ações dos neurônios, nem há restrição para que suas saídas sejam ativadas em tempos discretos como no modelo de MCP. Sabe-se também que o valor da próxima saída dos neurônios biológicos depende enormemente das ativações dos estados anteriores, já que até mesmo os neurotransmissores liberados anteriormente levam algum tempo para se recombinarem, influenciando assim as ativações seguintes. Modelos artificiais mais recentes, com maior apelo neurofisiológico, incorporam muitas dessas características dinâmicas dos neurônios biológicos. No entanto, apesar de muitas simplificações feitas na descrição do modelo MCP, esses modelos, quando interligados na forma de uma rede neural artificial, possuem alto poder computacional conjunto, sendo a rede capaz de resolver problemas de elevada complexidade (BRAGA, 2011).

1.6.3 Funções de Ativação

A função de ativação é quem produz a saída do neurônio e normalmente tem forma contínua e crescente, de tal sorte que seu domínio geralmente se encontra no âmbito dos números reais. Geralmente utilizam-se como função de saída funções lineares, sigmoidais ou logísticas e funções tangente hiperbólica (VIEIRA, 2004).

As RNA têm a capacidade de aprender por meio de exemplos e de generalizar a informação aprendida. Esta característica é, sem dúvida, o atrativo principal da solução de problemas por meio de RNA. A generalização que está associada à capacidade de a rede aprender por meio de um conjunto reduzido de exemplos e posteriormente dar respostas coerentes para dados não conhecidos, é uma demonstração de que a capacidade das RNA vai muito além do que simplesmente mapear relações de entrada e saída. As RNA são capazes de extrair informações não apresentadas de forma explícita através dos exemplos (BRAGA, 2011).

1.6.4 Arquitetura da RNA

A rede neural artificial é um sistema de neurônios ligados por conexões sinápticas divididos em neurônios de entrada, que recebem estímulos do meio externo, neurônios internos ou hidden (ocultos) e neurônios de saída, que se comunicam com o exterior (TATIBANA, 2012). Como podemos observar na Figura 3 abaixo.

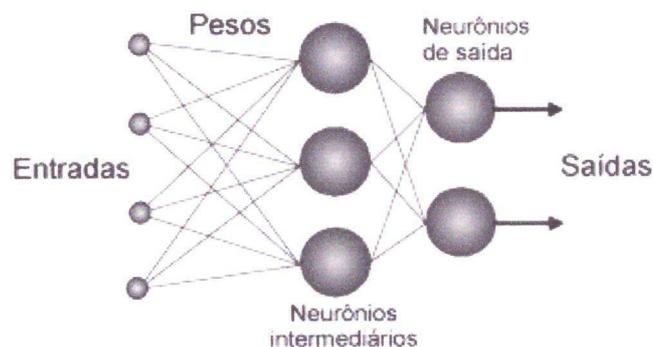


Figura 4: Modelo de Rede Neural Artificial. Fonte: GONÇALVES, et.al, 2005.

Neste modelo, cada elemento do vetor de entrada é conectado com cada neurônio da camada oculta ou intermediária. O i -ésimo neurônio na camada oculta possui um somatório que coleta o valor de entrada multiplicado pelo peso de sua conexão e o viés (elemento especial que é adicionado a camada de entrada o qual possui um sinal de valor sempre um, que apresenta uma conexão com a unidade sigma que tem peso w_0 , que por sua vez é ajustado da mesma maneira que os demais pesos), para formar o valor de saída ou campo local induzido. Cada campo local induzido é submetido a uma função de ativação para que se torne o valor de entrada dos neurônios da camada de saída. Os dois neurônios da camada de saída possuem o mesmo esquema dos neurônios da camada oculta e seus campos locais induzidos, depois de submetidos às respectivas funções de ativação, se tornam saídas finais da RNA (FARIAS, 2006).

1.6.5 Aprendizado

As redes neurais artificiais podem ser diretas ou recorrentes, sendo que a principal diferença entre elas é que na primeira os neurônios não recebem realimentação em suas entradas, ou seja, seu grafo não tem ciclos. A forma de

aprendizado das RNA pode ser classificada em dois tipos: supervisionado e não supervisionado. O primeiro inere em sua estrutura uma espécie de instrutor que confere o quanto a rede está próxima de uma solução aceitável, adaptando na concepção do treinamento os pesos entre os neurônios, de modo a prover uma menor diferença entre as saídas desejadas e as observadas. Já a segunda não possui conhecimento *a priori* das saídas da rede, e funciona de modo a distinguir classes de padrões diferentes dos dados apresentados à rede por meio de algoritmos de aprendizado baseados geralmente em conceitos de vizinhança e agrupamento (VIEIRA, 2004).

As RNA se aplicam basicamente a problemas em que existem dados experimentais, ou gerados por meio de modelos, pelos quais a rede adaptará os seus pesos visando à execução de uma determinada tarefa. Embora a interação com o meio externo, normalmente representada por meio de um conjunto de dados, seja uma característica básica e intrínseca ao aprendizado de RNA, as características dinâmicas de alguns modelos podem muitas vezes ser representadas por meio de equações diferenciais obtidas de maneira independente do conjunto de dados. Portanto, apesar de ser regra geral a utilização de um conjunto de dados na caracterização do aprendizado das RNA, é possível resolver alguns tipos particulares de problemas sem a necessidade de utilização dos mesmos. No entanto, a forma mais comum de utilização das RNA é o de aprendizado por meio de um conjunto de dados (BRAGA, 2011).

1.6.6 Redes Auto-organizáveis

As redes auto-organizáveis, cujo aprendizado é não supervisionado, são mais semelhantes às estruturas neurobiológicas que as redes supervisionadas. A estrutura básica de modelos auto-organizáveis é formada por uma camada de entrada, a fonte, e uma camada de saída, a representação. Existem também estruturas com várias camadas, em que o processo de auto-organização segue de camada em camada. Esses modelos utilizam conexões *feedforward* entre cada camada e, em vários casos, conexões inibitórias entre neurônios da camada de saída (BRAGA, 2011).

De acordo com Klir (1992), um sistema auto-organizável é aquele que tende a melhorar espontaneamente sua performance ao longo do tempo, tornando seus elementos constituintes mais organizados para atingir um dado objetivo. Esta formulação inclui o caso especial no qual o objetivo é alcançar um alto grau de organização de entidades relevantes a partir de um baixo nível de organização.

Um dos princípios da utilização de modelos auto-organizáveis para problemas de reconhecimento de padrões é o de padrões que compartilham características comuns devem ser agrupados, com cada grupo de padrões representando apenas uma classe. Para realizar esse agrupamento, um algoritmo de aprendizado auto-organizável precisa encontrar características ou padrões significativos nos dados de entrada, sem o auxílio de um professor ou crítico externo (BRAGA, 2011).

Existem vários modelos de RNA auto-organizáveis, cada um com suas peculiaridades e propósitos. Com relação ao algoritmo de treinamento utilizado, eles podem ser divididos em dois grandes grupos:

- **Aprendizado competitivo:** os neurônios competem entre si pelo direito de atualizar seus pesos. Estes algoritmos de aprendizado têm sido mais utilizados em problemas de classificação de agrupamentos.
- **Aprendizado hebbiano:** é baseado no princípio para atualização dos pesos proposto pelo neurofisiologista Hebb em seu livro *The Organization of Behaviour*. As principais áreas onde este algoritmo tem sido utilizado são extração de características, análise de dados e memória associativa (BRAGA, 2011).

1.6.6.1 Redes SOM

As redes mapas auto-organizáveis, também chamadas de mapas de características auto-organizáveis SOM (do inglês *Self-Organizing Maps*), foram desenvolvidas por Teuvo Kohonen na década de 1980 (BRAGA, 2011). A rede funciona basicamente da seguinte forma: quando um padrão de entrada p é apresentado, a rede procura a unidade mais parecida com p . Durante seu treinamento a rede aumenta a semelhança do neurônio escolhido e de seus vizinhos ao padrão p . Dessa forma a rede constrói um mapa topológico onde neurônios q

estão topologicamente próximos e respondem de forma semelhante a padrões de entrada semelhantes (NAVAUX, 2012).

Os mapas auto-organizáveis baseiam-se na aprendizagem competitiva, ou seja, os neurônios de saída da grade competem entre si para serem ativados ou disparados, com o resultado que apenas um neurônio de saída, ou neurônio por grupo, está ligado em um instante de tempo. Um neurônio de saída que vence a competição é chamado de neurônio vencedor (HAYKIN, 1999). A rede SOM é uma rede biologicamente plausível, ou seja, apresenta respaldo biológico. Assim como o córtex cerebral, neurônios ativos apresentam conexões mais fortes com neurônios que estão fisicamente mais próximos (BRAGA, 2011).

1.6.6.1.1 Arquitetura e Treinamento

Na rede SOM, os neurônios se organizam em uma grade, geralmente bidimensional, podendo algumas vezes ser unidimensional. Cada neurônio da rede SOM recebe todas as entradas x e funciona como um discriminador ou extrator de características. Quanto mais semelhante da entrada i for o vetor de pesos w_{ij} de um neurônio, maior o valor de sua saída j . A saída da rede é formada pela saída de todos os seus neurônios (BRAGA, 2011).

A figura 4 mostra a planta de dois modelos de mapeamento de características o primeiro (a) proposto por Willshaw e Von der Malsburg e o segundo (b) introduzido por Kohonen. Em ambos os casos, os neurônios de saída estão arranjados em uma grade bidimensional. Este tipo de topologia assegura que cada neurônio tenha um conjunto de vizinhos. Os modelos diferem entre si no modo como os padrões de entrada são especificados. O modelo de Kohonen é mais geral que o modelo de Willshaw e von der Malsburg na medida em que ele é capaz de realizar compressão de dados (HAYKIN, 1999).

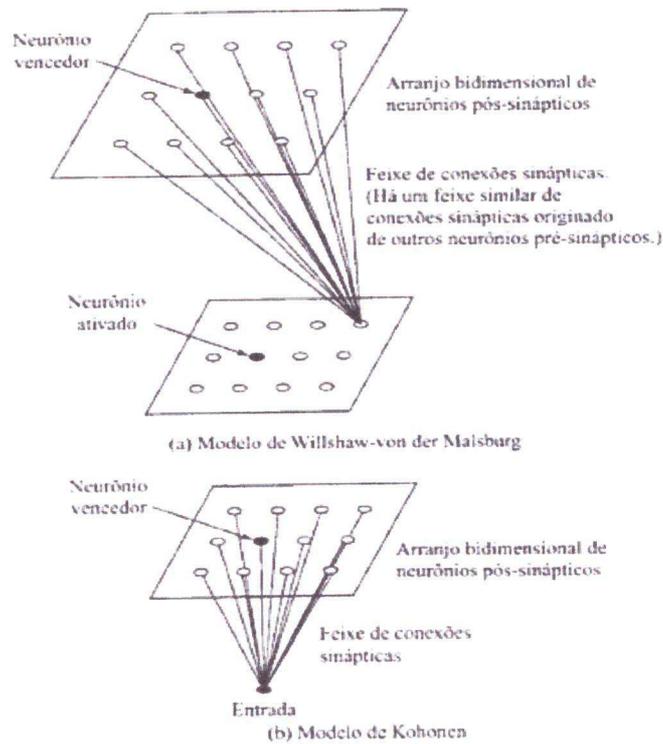


Figura 5: Dois modelos de mapas auto-organizados. Fonte: HAYKIN, 1999.

Durante a fase de aprendizado, o neurônio com maior resposta a uma determinada entrada tem os pesos de suas sinapses atualizados de maneira que aumente ainda mais sua resposta diante daquele padrão de entrada, o que caracteriza o treinamento competitivo da rede, sendo os pesos dos neurônios vizinhos do vencedor também atualizados. No início do treinamento, as vizinhanças de atualização são grandes; ao longo do treinamento, a redução do tamanho das vizinhanças favorece uma seletividade entre os padrões de entrada e a formação de regiões de maior atividade em torno do neurônio vencedor. Esse é o processo responsável pela formação de mapa que conserva a topologia (BOTTER, 2005)

Como podemos observar na Equação 01, o estado de ativação de um neurônio é determinado pela distância entre seus pesos e o vetor de entrada. A função de ativação da rede SOM é baseada na medida de distância euclidiana.

$$Y_j = \sum_{i=1}^n \|x_i - w_{ji}\| \quad (01)$$

onde x_i é o i -ésimo componente do vetor de entrada (BRAGA, 2011).

Como os pesos iniciais de uma rede do tipo SOM são, a princípio, definidos aleatoriamente, muitos neurônios podem apresentar vetores de pesos muito diferentes dos padrões de entrada. Dessa forma, pode ser que não haja o número necessário de neurônios utilizáveis (que possam vencer as competições para definir os agrupamentos adequadamente). Em resultado, a rede pode ou não convergir ou apresentar ciclos muito lentos. No entanto, diversas alternativas foram propostas para resolver ou minimizar esse problema, dentre elas a alternativa utilizada por Kohonen, reduz a vizinhança dos neurônios vencedores durante o treinamento. A vizinhança define quantos neurônios em torno do vencedor terão seus pesos ajustados (BRAGA, 2011).

“A regra de Kohonen força os pesos ligados ao neurônio vencedor e seus vizinhos a se desloquem na direção do vetor de entrada apresentado à rede, fazendo com que a distância Euclidiana se torne menor ainda e com que estes neurônios aprendam a classificar vetores similares. A apresentação dos vetores de entrada a rede também pode ser feita utilizando-se todo o conjunto de dados, antes de qualquer atualização de pesos. Esta forma de apresentação é conhecida como modo de lote. Neste caso, a busca pelos neurônios vencedores é efetuada para cada vetor de entrada e então o vetor peso é movido para uma posição específica calculada pela média dos vetores de entrada para o qual o neurônio foi o vencedor ou vizinho do vencedor. Os pesos tendem a se estabilizar após várias apresentações do conjunto de dados de entrada. É importante ressaltar que o treinamento desta rede neural é do tipo não supervisionado, pois não existem saídas desejadas” (FARIAS, 2012).

Nesse processo, apenas o neurônio vencedor e seus vizinhos dentro de certo raio ou área de vizinhança atualizam seus pesos. Durante o treinamento, a taxa de aprendizado e o raio de vizinhança são continuamente decrementados. A equação 02 ilustra como são atualizados os pesos da unidade vencedora e daquelas situadas na sua vizinhança:

$$w_{ji}(t+1) = \left\{ \frac{w_{ji}(t) + \eta(t)(x_i(t) - w_{ji}(t))}{w_{ji}(t)} \right\} \text{ se } j \in \Lambda(t) \quad (02)$$

onde $w_{ji}(t)$ é o peso da conexão entre o elemento de entrada $x_i(t)$ e o neurônio j , $\eta(t)$ é a taxa de aprendizado e Λ é a vizinhança do neurônio vencedor, tudo no instante de tempo t (BRAGA, 2011 p. 102).

O treinamento da rede SOM ocorre em duas fases: fase de ordenação e a fase de convergência. Durante a fase de ordenação, ocorre a ordenação topológica dos vetores de pesos que são inicialmente orientados de forma aleatória (com pesos iniciais aleatórios). O parâmetro da taxa de aprendizagem $\eta(t)$ deve iniciar com um valor próximo a 1 sendo reduzida gradualmente até um valor próximo a 0,1. Assim, nesta fase ocorrem grandes mudanças nos pesos. A vizinhança de inicialmente incluir quase todos os neurônios da grade centrados no neurônio vencedor i , e então diminuir lentamente com o tempo, permitindo que essa vizinhança se reduza a um pequeno valor de apenas um par de neurônios vizinhos em torno do neurônio vencedor (BRAGA, 2011; HAYKIN, 1999).

A segunda fase faz um ajuste para realizar uma sintonia fina do mapa de características e assim produzir a quantificação estatística precisa do espaço de entrada. Durante esta fase, que requer 100 a 1000 vezes mais ciclos que a fase anterior, para uma boa precisão é utilizada uma taxa de aprendizado baixa, da ordem de 0,01 ou menos, e o raio da vizinhança envolve um ou nenhum vizinho (BRAGA, 2011; HAYKIN, 1999).

A figura 5 ilustra a redução da região de vizinhança durante o treinamento de uma rede SOM.

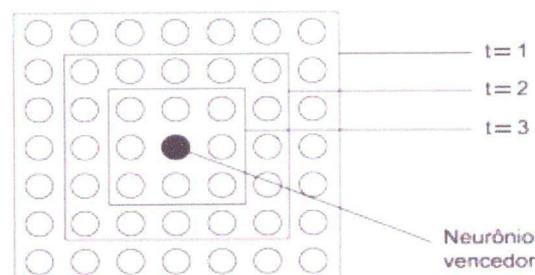


Figura 6: Redução da região da vizinhança entre os instantes de $t = 1$ a $t = 3$. Fonte: SOUZA, 2010.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. A. C.; METRI, J. C.; BARROS NETO, B.; GUERRA, N. B. Desidratação osmótica de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n. 2, p. 276-281, 2003.
- ANTONIO, G. C. Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (*Musa cavendishi*) e de mamão formosa (*Carica papaya* L.) **Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos**. UNICAMP, 2002. 104p.
- ANTUNES, A. **Setores da indústria química orgânica**. Ed. Papers, p.242. Rio de Janeiro, 2007.
- ANVISA . **Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001- ANVISA**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>. Acesso em 15 de julho de 2012.
- ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.
- ARAÚJO, W.M.C.ET.AL. **ALQUIMIA DOS ALIMENTOS; REVISÃO TÉCNICA** CARLA MÁRCIA RODRIGUES TENSER.ET.AL. BRASÍLIA: ED. SENAC. DF, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p. ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.
- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. **Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n. 1, p. 60-67, 2000. Citado por: SANTANA , L. R. R., SANTOS , L. C. S., et.al. **Perfil Sensorial de logurte Light, Sabor Pêssego**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2006.
- BILHALVA, A B. Contribuição ao estudo da saturação de frutas com açúcares. **Dissertação de Mestrado em Ciências em Tecnologia de Alimentos**, UNICAMP. 1976. 69p.
- BOTTER, E.A.; JUNIOR, C.L.N.; YONEYAMA, T. **Redes neurais auto-organizáveis para classificação de sinais eletrodiagnósticos atriais**. *Integração*, nº40 p. 51 a 56. Março, 2005.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A.C.P.L.F.; LUDERMIR. T.B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- BRANDÃO, M.C.C. *Et al.* Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 38-41, Abril 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18/09/2003.

CARDELLO, H. M. A. B., DA SILVA, M. A., DAMÁSIO, M. H. **Análise Descritiva Quantitativa de Edulcorantes em Doçura Equivalente a Sacarose em Solução a 10% em pH Neutro e Ácido.**In:ALMEIDA, T.C.A. et al.. **Avanços em Análise Sensorial.**São Paulo. 1999. p. 213-226.

DEL VALLE, J. M.; CUADROS, T. R. M.; AGUILERA, J. M. Glass transitions and shrinkage during drying and storage of osmosed apple pieces. **Food Research International**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 191-204, 1998.

DEISINGH, A. K.; STONE, D. C.; THOMPSON, M. **Applications of electronic noses and tongues in food analysis.** International Journal of Food Science & Technology, v. 39, n. 6, p. 587-604, June 2004.

ESTEVES, E. **Análise Sensorial: Apontamentos para as aulas teóricas da disciplina de Análise Sensorial do Curso de Engenharia Alimentar.** Área Depart. Eng^a Alimentar, Instituto Superior Engenharia – U. Algarve, Faro (2009).

FARIAS C. A. S. de; CARNEIRO, T. C.; LOURENÇOS, A. M. G. **Mapas auto-organizáveis para modelagem chuva-vazão.** XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.

FARIAS C. A. S. de; FERREIRA, H. C.; NEVES, G. A.; OLIVEIRA, D. F. **Determinação de Dosagens Teóricas para Produção de Blocos Estruturais Alternativos Através de Redes Neurais Artificiais.** Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Novembro, 2006. Foz do Iguaçu, Brasil.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática;** tradução Florencia Cladera Oliveira. Et.al – 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, V.L.P. (Coord.). **Análise sensorial – Testes discriminativos e afetivos.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 73- 77, 2000. (Manual Série Qualidade).

FREITAS, R. J. S., WASZCZYNSKYJ, N. BARBOZA, L. M. V. **Desenvolvimento de produtos e análise sensorial.** BRASIL ALIMENTOS - nº 18 - Janeiro/Fevereiro de 2003.

GAVA, A.J. SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G.**Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** Ed. Nobel -São Paulo, 2008.

GOMES, A.T; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O. **Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. V.3, n.3, p.212-226, set-dez, 2007.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e prática**. Ed. Bookman. 2º ed. Porto Alegre – RS, 1999.

HAWKES, J.; FLINK, J. M. **Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration**. *Journal of Food Processing and Preservation*, Westport, Connecticut, USA, v. 2, n. 4, p. 265-284, 1978. Apud BORIN, I. *et alii*. **Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora**. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, jan-mar - 2008.

HUI, Y. H. Sensory evaluation of dairy products. In: **Dairy science and technology handbook**. New York: VCH publishers, v. 1, 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988, p. 61- 83 190 p.

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

JUNIOR, H. B. **Redes Neurais Artificiais**. Publicação em 28 de abril de 2009. Disponível em: < <http://www.mecatronicaatual.com.br/secoes/leitura/553>> acesso em: 25 de Julho de 2012.

KLIR, G. J. *Facets of Systems Science*. Plenum Press, 1992.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; RIBEIRO, J.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 282-286, 2004.

MANICA, I.; et.al. **Manga: tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação**. Porto Alegre, 2001.

MARTIM, Nelisa Sita P. P. Estudo das Características de Processamento da Manga (Mangífera Indica L.) Variedade Tommy Atkins Desidratada. **Dissertação de Mestrado –Universidade Federal do Paraná**, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Curitiba, 2006.

MATTOSO, L. H. C. **Desenvolvimento de sensores poliméricos para aplicações na agroindústria e meio ambiente**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. 33 p. 2001.

MEDINA, Júlio César, *Et al*. **Manga, da Cultura ao Processamento e Comercialização**. Séries FrutasTropicais – 8. ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). Governo do Estado de SãoPaulo/Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária,1981.

MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.

NAVAUX, P. O. A.; BOSCHETTI, M. R.; **REDES NEURAIS ARTIFICIAS: SOM (KOHONEN)**. UFRGS - Instituto De Informática, CMP 135 – Arquiteturas Especiais De Computadores. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/gppd/disc/cmp135/trabs/012/T2/marcos/rnasom.htm>> Acesso em: 25 de julho de 2012.

OETTERER, M. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Ed. Manole, 2006.

OLIVEIRA, M. A. B. **Análise sensorial de alimentos: práticas e experimentos**. Cachoeiro de Itapemirim, 2009.

ORDÓÑEZ, J.A. et al. **Tecnologia de alimentos**.v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: review. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 311-319, 2001.

RIBEIRO, M.S.; SABAA-SRUR, A.U.O. Saturação de manga var. rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p. 118-122, 1999.

SANTANA, L. R. R., SANTOS, L. C. S., et.al. **Perfil Sensorial de logurte Light, Sabor Pêssego**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 2006.

SANTOS, C. de N. P. dos. Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv *Tommy Atkins*) parcialmente desidratada por osmose. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP**. Campinas, 2003. 79 p.

SILVA, M.F.A. **Estudo de maturação de algumas variedades de manga, caracterização físico-química e química do fruto e processamento da polpa**. 1985. 125 p. Dissertação (Mestrado em Frutos Tropicais) – Curso de Pós graduação em Frutos Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1985.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de Análise Microniológica de Alimentos**. 2ºed. Livraria varela. São Paulo, 2001.229p.

SOUZA, M. V. P. de; SOUZA, R. C.; PESSANHA, J. F. M.; **Custos operacionais eficientes das distribuidoras de energia elétrica: um estudo comparativo dos modelos DEA e SFA**. Gestão e Produção, vol.17 nº4, São Carlos Oct./Dec. 2010.

STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press, 1993, 338 p. **apud** BATTOCHIO, J. R. et alii. **Perfil Sensorial de pão de forma integral**. Ciência e Tecnologia de Aliment., Campinas, SP, abr.-jun. 2006.

TASSARA, H.; SILVA, S. GOMES, P. **Manga**. Frutas no Brasil Disponível em<<http://www.bibvirt.futuro.usp.br>>consultado em 02/06/2012.

TATIBANA, C.Y.; KAETSU, D. Y. REDES NEURAS ARTIFICIAIS. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/ia/neuras/>> Acessado em: 8 de Fevereiro de 2012.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.

VLASOV, Y.; LEGIN, A.; RUDNITSKAYA, A. **Electronic tongues and their analytical application**. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 373, n. 3, p. 136-146, June 2002.

VIEIRA, R.C; ROISENBERG, M., **Redes Neurais Artificiais: Um Breve Tutorial**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis –SC, 2004.

CAPÍTULO II

PROCESSAMENTO DE MANGA OSMOTICAMENTE DESIDRATADA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

RESUMO

Industrialization is an alternative to the use of surplus and enable consumption of the product in off-season periods. The dehydration process of the sleeve is a way to minimize post harvest losses, thus allowing better utilization of production. The objective of this study was to apply the technological process of osmotic dehydration followed by drying in an oven with air circulation in mango cv. Tommy Atkins and evaluate their physico-chemical and microbiological. The fruits were harvested manually and then transported to the Laboratory of Technology Vegetable Origin, then were processed according to the following steps: selection and sorting, washing, peeling, coring, cutting, selection of slices, bleaching, adding osmotic solution, solution of sucrose concentration of 65 ° Brix and proportion fruit: syrup (1:4) remaining for 4 hours at a temperature of 80 ° C, draining excess syrup and drying in an oven with air circulation for 16 hours, being the difference between treatments of this experiment the court, where a sample was cut into cube and toothpick. Later analyzes were performed also physicochemical and microbiological analyzes. The drying process resulted in an increase in the percentage of soluble solids and total sugars due to the reduction of the moisture content and the amounts of vitamin C. With regard to microbiological tests, the results demonstrated in this study reflect the hygienic conditions employed in the preparation and maintenance of quality in storage osmotically dehydrated mango. It is concluded that the drying process resulted in an increase in the percentage of concentration of some physico-chemical parameters measured. With regard to microbiological tests, the results demonstrated in this study reflect the hygienic conditions employed in the preparation of the product.

Palavras-chave: manga, desidratação osmótica, qualidade.

ABSTRACT

Industrialization is an alternative to the use of surplus and enable consumption of the product in off-season periods. The dehydration process of the sleeve is a way to minimize post harvest losses, thus allowing better utilization of production. The objective of this work is to apply the technological process of osmotic dehydration followed by drying in an oven with air circulation in mango cv. Tommy Atkins and evaluate their physico-chemical and microbiological. The fruits were harvested manually and then transported to the Laboratory of Technology Vegetable Origin, then were processed according to the following steps: selection and sorting, washing, peeling, coring, cutting, selection of slices, bleaching, adding osmotic solution, solution of sucrose concentration of 65 ° Brix and proportion fruit: syrup (1:4) remaining for 4hours at a temperature of 80 ° C, draining excess syrup and drying in an oven with air circulation for 16 hours, being the difference between treatments of this experiment the court, where a sample was cut into cube and toothpick. Later analysis was performed physicochemical and microbiological analyzes also. The drying process resulted in an increase in the percentage of soluble solids and total sugars due to the reduction of the moisture content and the amounts of vitamin C are below those reported by some authors, because there is great loss of this compound after thermal processing (heating) long. With regard to microbiological tests, the results demonstrated in this study reflect the hygienic conditions employed in the preparation and maintenance of quality in storage osmotically dehydrated mango. It is concluded that the drying process resulted in an increase in the percentage of concentration of some physico-chemical parameters measured. With regard to microbiological tests, the results demonstrated in this study reflect the hygienic conditions employed in the preparation of the product.

Keywords: mango, osmotic dehydration, quality.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje devido à preocupação com a saúde tem sido grande a procura por produtos naturais, saudáveis, mas também saborosos a base de frutas (LIMA et al., 2004). Uma das frutas com grande potencial é a manga, porém devido à sua fragilidade e até mesmo ao manuseio inadequado são grandes as perdas pós-colheita (estima-se algo entre 40 a 50%). A industrialização constitui uma alternativa para o aproveitamento do excedente da produção além de possibilitar o consumo do produto nos períodos de entressafra (NETO et al., 2005).

A industrialização da manga pelo processo de desidratação é uma forma de minimização de perdas pós-colheita, permitindo, assim, melhor aproveitamento da produção e agregação de valor ao produto final.

Os aspectos microbiológicos são indispensáveis à manutenção da qualidade dos produtos e a preservação da saúde pública. As alterações microbiológicas mais comuns ocorrem devido ao ambiente propício ao seu desenvolvimento, sendo úteis na avaliação da segurança e do tempo de conservação dos alimentos. Devido às frutas apresentarem maior acidez e teor de açúcares os microrganismos mais susceptíveis ao desenvolvimento são os fungos e as leveduras, visto que esse ambiente é menos favorável ao desenvolvimento de bactérias patogênicas (OETTERER, 2006).

Com a expansão do mercado, surge o desafio de utilizar tecnologias baratas e adequadas na produção de alimentos que atendam às exigências do consumidor e do produtor. Cada vez mais se têm buscado adaptar técnicas e processos capazes de transformar matérias-primas em produtos de alto valor agregado e com consumidores em potencial. Como é o caso da desidratação osmótica que tem sido considerada uma ferramenta tecnológica importante para se desenvolver novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e com propriedades funcionais (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001).

2 OBJETIVO

2.1 GERAL

Aplicar o processo tecnológico de desidratação osmótica seguida de secagem em estufa com circulação de ar em manga cv. Tommy Atkins e avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas.

2.2 ESPECÍFICO

- Realizar desidratação osmótica em frutos de manga seguida de secagem em estufa;
- Analisar as diferenças físico-químicas e microbiológicas entre amostras produzidas em três diferentes formas (CUBO, CUBO1h e PALITO).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos Laboratórios de Tecnologia de Produtos Agropecuários (TPA), Análise de Alimentos, Análise Sensorial e Microbiologia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB.

Os frutos foram obtidos do Setor de Fruticultura do Campus do Instituto Federal de Ensino Tecnológico, localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa – PB, cujas coordenadas geográficas são 6°45' S de latitude, 38°13' W de longitude e altitude de 233 m. Região de clima tipo semi-árido quente. A temperatura média anual é de 27,8° C, com precipitação média anual de 894 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio, com umidade relativa do ar de 58 % em média (CORRÊA et al., 2003).

Neste estudo foram realizadas: 1. Análises físico-químicas (umidade, cinzas, acidez, pH, vitamina C, lipídios, proteínas, açúcares totais e redutores) e 2. Microbiológicas (*Salmonella Spp*, *Escherichia Coli* a 45 e 35 °C).

3.1 Matéria-Prima

Os frutos de manga cultivar Tommy Atkins foram colhidos manualmente e selecionados de acordo com o estágio de maturação, através de seleção visual mediante a cor da casca. Em seguida, os frutos foram acondicionados em caixas isotérmicas e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (UATA/CCTA/UFCEG), selecionados tomando como base a definição da coloração da casca, sendo descartados aqueles com algum tipo de doença ou dano físico. Como tratamento antifúngico, os frutos foram imersos por 10 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio comercial a 1% e, em seguida, enxaguados com água destilada e secos ao ar (SILVA, 1993).

Para a etapa de desidratação osmótica utilizou-se tacho de aço inoxidável. Para a preparação dos xaropes osmóticos, utilizou-se açúcar cristalizado granulado, adquiridos em mercado local. Os conservantes químicos adicionados ao xarope foram: ácido cítrico de grau alimentício, para corrigir o pH, e benzoato de sódio de grau alimentício (98%), para a estabilização do produto final. Os xaropes foram

preparados por meio da adição de açúcar a água (até atingir o teor de sólidos solúveis desejado) sob aquecimento. Em seguida, foram adicionados ácido cítrico (até atingir pH 3,0) e benzoato de sódio (0,1%). A quantidade de xarope utilizada no processo foi de 1:4 a proporção fruta:xarope.

A tecnologia de desidratação de frutas, proposta neste trabalho, compõe-se de duas etapas principais: a primeira consiste no pré-tratamento osmótico, também conhecido como desidratação osmótica, que permite a remoção da água da fruta e a incorporação de solutos desejados, como açúcar ou sais. Em geral, esse tratamento, não reduz suficientemente a umidade do produto de forma a torná-lo estável em prateleira, razão pela qual deve ser complementado com outro procedimento. Na segunda etapa, o produto foi exposto a uma corrente de ar quente que flui continuamente, retirando a umidade. Desse processo resultam produtos efetivamente desidratados, com garantia de uma longa vida de prateleira.

3.2 Elaboração da Manga Osmoticamente Desidratada

Os frutos passaram por várias etapas de processamento descritas abaixo:

- **Seleção e classificação.** Os frutos sadios foram selecionados de acordo com o tamanho e cores semelhantes. Descartando os frutos que não se encontravam no estágio de maturação adequado, ou apresentavam injúrias mecânicas ou contaminações aparentes.
- **Lavagem.** Os frutos foram imersos em água e solução de hipoclorito de sódio por 15 minutos, contendo aproximadamente 50mg de hipoclorito por litro de água (aproximadamente 2,5mL por L de água) para remover sujidades em geral.
- **Descascamento.** Descascados manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável.
- **Descaroçamento.** As mangas foram cortadas e retirados os caroços.
- **Corte.** A polpa da manga foi cortada em formatos diferentes para as três amostras de manga, sendo duas no formato de cubo(CUBO e CUBO1h) e uma na forma de fatia (PALITO).
- **Seleção de fatias.** As fatias fora do tamanho padrão ou que apresentavam descascamento incompleto e com manchas na polpa foram descartadas.

- **Branqueamento.** Os frutos permaneceram imersos por 2 a 3 minutos em água a 70-80°C e escurridos antes de passarem para a próxima etapa. O branqueamento foi realizado para facilitar a inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento da fruta.

- **Adição da solução osmótica.** Os frutos foram imersos em xarope com sacarose e água de aproximadamente 65°Brix, adicionou-se ácido cítrico, para ajuste de pH (3,0) e foram mantidos sob osmose a 65°C por aproximadamente 4 horas.

- **Escorrimento do excesso de xarope.** Logo após o período do tratamento osmótico, os cubos/fatias foram removidos com o auxílio de peneiras a fim de escorrer o excesso de xarope.

- **Secagem em estufa com circulação de ar.** Os cubos e fatias foram dispostos em bandejas metálicas perfuradas e colocados em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65°C por aproximadamente 16 horas.

Ressalta-se que a amostra denominada CUBO1h passou uma hora a mais no processo de osmose e na secagem em estufa do que as demais amostras. Ou seja, os frutos ficaram imersos por 5 horas na solução osmótica e 17 horas na estufa com circulação de ar.

Após o término de todo o processo, os frutos desidratados foram resfriados à temperatura ambiente e em seguida embalados em recipientes de polietileno (PET), contendo cada um cerca de 700g do produto, e posteriormente armazenados à temperatura ambiente ($24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$).



Figura 2: Fluxograma geral do processo de obtenção da manga osmoticamente desidratada e secagem em estufa. *Fonte: Autoria Própria.*

3.3 Avaliação físico-química

A caracterização dos produtos desidratados de manga foi avaliada, em triplicata, através das seguintes análises físico-químicas:

-Umidade: Realizado pelo método gravimétrico de secagem direta em estufa a 105 °C, por 24 horas até massa constante (BRASIL, 2008).

-Cinzas: Método de resíduos por incineração direta em forno mufla a 550 °C após a carbonização da matéria (BRASIL, 2008).

-pH: através de método potenciométrico, utilizando pHmêtro (BRASIL, 2008).

-Acidez Titulável (%): por titulação com NaOH 0,1N, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em ácido cítrico. A titulação foi realizada em presença do indicador fenolftaleína;

-Sólidos Solúveis: por refratometria, utilizando refratômetro de Abbé;

-Relação SS/AT: relação entre os SS e AT;

-Lipídeos totais: Técnica de extração direta em Soxhlet (BRASIL, 2008).

-Proteínas totais: Determinado com base no teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de correção 5,75 (BRASIL, 2008).

-Açúcares Solúveis Totais – AST- Os carboidratos totais foram obtidos por diferença, através da fórmula = $100 - (\%Umidade + \%Cinzas + \%Lipídios + \%Proteínas)$, de acordo com o Brasil, 2008.

-Ácido Ascórbico (mg.100⁻¹g): determinado, segundo AOAC (1992), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 10g da polpa diluída em 30 mL de ácido oxálico 0,5 %.

-Valor Calórico: Calculado através da fórmula = $Proteínas(\%) \times 4 + Lipídios(\%) \times 9 + (Carboidratos(\%) \times 4)$, determinado pelo Brasil, 2008.

3.4 Avaliação Microbiológica

3.4.1 Identificação do grupo Coliforme

Cada diluição foi semeada em três tubos, contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), para a quantificação do teste presuntivo de coliformes (NMP). A incubação ocorreu em estufa bacteriológica a 35 ± 2 °C, por 48 horas e considerados positivos aqueles com presença de crescimento bacteriano ou que

apresentaram-se turvos. A partir dos tubos positivos no teste presuntivo procedeu-se a repicagem para os tubos contendo Caldo Verde Bile Brilhante 2%, com incubação a 36 ± 1 °C por 24 horas. A partir dos tubos positivos de coliformes a 35°C procedeu-se a repicagem para tubos contendo CALDO EC para confirmação de coliformes a 45°C (termotolerantes), com incubação a $45 \pm 0,2/ 24- 48$ horas em banho-maria com circulação de água modelo Q- 215M2 QUIMIS . Para determinação de *Escherichia coli*. realizou-se repicagem para o meio EMB AGAR (EOSINE MEHYLENE BLYE), incubando-se a 35 ± 2 °C durante 48 horas (BRASIL, 2003).

3.4.2 Detecção de *Salmonella sp.*

Na determinação de presença de *Salmonella spp.* utilizou-se o método em superfície no meio de cultura Salmonella Differential Agar, incubando-se à temperatura de 36 ± 1 °C/48 h (BRASIL, 2003).

Os dados obtidos foram comparados com a Resolução RDC nº 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, para Frutas desidratadas, Produtos de Frutas e similares.

3.5 Análise Estatística

Este experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado incluindo três tratamentos (CUBO, CUBO1h e PALITO). A partir dos dados obtidos nas análises físico-químicas foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e quando necessário as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, para tal foi utilizado a versão 7.6 do programa ASSISTAT (ASSISTAT, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas da manga osmoticamente desidratada estão expressos na tabela 3. Os valores de umidade para as amostras CUBO e CUBO1h, foram de 18,75 e 19,11%, respectivamente. Esses valores estão de acordo com Neto (2005), que apresentam valores de 18,63% para a manga osmoticamente desidratada utilizando xarope a 55°Brix, por 4 horas e secagem em estufa (por 16 horas), e de 18,69% para tratamento osmótico sob vácuo (xarope a 65°Brix, por 2 horas) e secagem em estufa (14 horas). Já a amostra PALITO apresentou valor abaixo das demais amostras com 13,77% de umidade, esta diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) ocorreu devido a sua geometria (forma), já que apresentava menor espessura que as amostras em forma de cubo e durante a secagem o ar conseguiu penetrar mais facilmente no interior da amostra e a mesma perdeu maior quantidade de água, tornando a amostra PALITO mais firme que as amostras CUBO e CUBO1h.

Segundo Gava (2008) a produção de alimentos com umidade intermediária (15% a 40%) e atividade de água entre 0,65 a 0,85, é um exemplo de novo conceito, em que a água é removida parcialmente e outras barreiras são adicionadas para uma conservação sem refrigeração. Onde se enquadrariam as frutas desidratadas estudadas nesta pesquisa, entretanto a amostra PALITO se apresentou abaixo deste intervalo de umidade intermediária, o que não aconteceu para as outras amostras CUBO e CUBO1h.

O Resíduo Mineral Fixo, usualmente denominado de cinzas, determina o conteúdo mineral da amostra, para a manga observou-se diferença significativa a 5% de probabilidade em todas as amostras osmo-desidratadas. Os valores encontrados neste trabalho para as amostras CUBO, CUBO1h e PALITO foram respectivamente 0,379, 0,496 e 0,283%, os quais diferem dos resultados encontrados por Furtado (2009) que foi de 1,95 para a manga espada desidratada a 60° C e por Bezerra (2011) que obteve 0,22 para cinzas da manga Tommy Atkins *in natura*, a explicação para essa divergência é que no primeiro caso a manga não era da mesma cultivar, já que se tratava de manga da cultivar espada, e os dados se aproximam dos encontrados para a manga da mesma cultivar, porém *in natura*. O solo também pode conter minerais diferentes de uma plantação para outra.

Com relação ao pH não houve diferença significativa entre as amostras que foi de 3,92, 3,89 e 3,82 para a CUBO, CUBO1h e PALITO, respectivamente, corroborando com os valores encontrados por Martim (2006), pH de 4,91 para manga *in natura* desidratada, 4,41 para amostra de manga Tommy Atkins *in natura* e 3,74 para amostra com sacarose para manga desidratada e seca. Os números obtidos por Bezerra (2011) para manga *in natura* e polpa de manga foram de 3,92 e 3,80 respectivamente, também semelhantes aos deste trabalho.

Observando o teor de sólidos solúveis a amostra CUBO (24,76) diferiu significativamente das amostras CUBO1h (35,53) e PALITO (33,03). Neto (2005) mostra um aumento nos valores de sólidos solúveis desde a manga *in natura*, passando pelo processo de osmose até a secagem, entretanto os resultados encontrados por ele foram de 12,50; 33,70 e 75,00, utilizando 55°Brix para o xarope e secagem em estufa por 16 horas sob pressão atmosférica, nota-se que o resultado obtido pelo autor supracitado foi divergente do encontrado nesse estudo. No entanto, Martim (2006), relatou em sua pesquisa valor de 26,04 para as amostras que obtiveram um tratamento com sacarose antes da secagem. Esse valor é bem próximo do encontrado para a amostra CUBO, de acordo com esse mesmo autor, isto deve-se à remoção de água no decorrer do processo ter provocado a concentração dos sólidos solúveis nos produtos, o que pode ser verificado através da amostra CUBO1h que obteve maiores resultados quanto aos sólidos solúveis, pois o período dos processos de osmose e secagem foram uma hora superior as outras duas amostras.

As médias encontradas foram de 0,73, 0,98 e 0,74g de ácido cítrico/100g, diferindo significativamente ($p < 0,05$) isso pode ser devido à origem da matéria-prima. Os resultados de acidez que estão mais próximos aos encontrados são os de Furtado (2009), que foram de 0,29 para a manga *in natura*, 0,57 para a manga submetida a uma temperatura de 40°C e 0,62 para 60°C dados fornecidos em g de ácido/100g que pesquisou a acidez em polpa de manga Tommy Atkins submetida a secagem em camada delgada. A acidez total da polpa de manga, expressa em gramas de ácido cítrico/100g de amostra, pode variar de 0,13 a 0,76 (BLEINROTH et al, 1976; MANICA, 1981 e RODRIGUES, 1977, apud PASSOS, 2003).

Cecchi (2003) relata que os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade de um

produto. Os valores obtidos neste trabalho são superiores devido a quantidade de ácido cítrico adicionado a amostra para redução do pH e maior estabilidade do produto.

Os resultados encontrados para vitamina C de manga osmoticamente desidratada neste trabalho foram de 8,9, 9,5 e 9,1g de ácido ascórbico/100g para as amostras CUBO, CUBO1h e PALITO, respectivamente, as quais não diferiram entre si, porém os valores estão abaixo dos valores encontrados na literatura para manga Tommy Atkins *in natura*, o que já era esperado, pois há grande perda desse composto após o processamento térmico por longo tempo. De acordo com Bezerra 2011 que estudou a avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó encontrou valor de vitamina C de 36,24, valor este bem maior que os que foram encontrados neste estudo. A manga é uma fruta rica em vitamina C, apresenta valores que variam de 66,5 mg/100g, na fruta “verde” a 43,0 mg/100g na fruta madura, dependendo da variedade. Por este motivo, a determinação do conteúdo de ácido ascórbico em frutas é muito importante, pois além de seu papel fundamental na nutrição humana, sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático, e causar aparecimento de sabor estranho. Além disso, o ácido ascórbico é um importante indicador, pois sendo a vitamina termolábil, sua presença no alimento, indica que provavelmente os demais nutrientes também estão sendo preservados (BRUNINI, 2002 e CARDELLO, 1998).

Os teores de proteínas adquiridos foram de 1,87 para a amostra CUBO, 1,20 para a amostra CUBO1h e de 1,60 para a amostra PALITO. Nota-se na tabela 3 que a amostra CUBO1h difere significativamente das demais amostras. Os valores encontrados estão de acordo com Santim (2009) que avaliou as características nutricionais das polpas de manga Tommy e obteve 1,6113% para a polpa de manga *in natura*. Segundo o autor os resultados encontrados na determinação de proteínas enquadram-se nas normas de qualidade para o mercado de polpas de manga, que é de 1%.

O valor relatado para lipídios em manga por Marques (2010) estão bem próximos aos encontrados neste estudo, sendo este de 0,61% para polpa de manga da cultivar Tommy Atkins. Dentre os resultados encontrados não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

A quantidade de açúcares totais para CUBO, CUBO1h e PALITO encontrada foi de 55,49%, 79,53% e 85,10% respectivamente. As amostras diferem entre si a 5% de significância. Observou-se que quanto mais seca a amostra maior seu valor de açúcares totais, isso pode ocorrer devido à secagem onde o açúcar concentrou-se depois da evaporação da água presente na manga. Brandão (2003), estudando frutos de manga submetidos ao processo de osmose e secagem em diferentes temperaturas e diferentes concentrações de xarope (45, 55 e 65°Brix) obteve valores de 29,58% para a amostra submetida ao xarope de 65°Brix, o mesmo relata que os teores de açúcares totais aumentaram nos frutos de manga submetidos à secagem após o pré-tratamento osmótico, e que este fato pode ser atribuído ao efeito da remoção de água em função da secagem. Esta diferença de valores pode ocorrer devido a cultivar da manga utilizada por Brandão (2003) que foi a Coité, cultivar esta distinta da Tommy Atkins. Silva (1985) em sua pesquisa intitulada Estudo de maturação de algumas cultivares de manga, caracterização físico-química e química do fruto e processamento da polpa, descreve a quantidade de açúcares totais para a manga Coité de 11,99% e para a manga Tommy Atkins 12,37%.

Tabela 3 – Valores médios de pH, sólidos solúveis, acidez, vitamina C, proteínas, lipídeos, umidade, cinzas, açúcares totais e valor calórico para frutos de manga osmoticamente desidratada em diferentes tratamentos.

Parâmetros	CUBO	CUBO1h	PALITO	DMS
Umidade (%)	18.757 ^a	19.117 ^a	13.776 ^b	2.14
Cinzas (%)	0.3794 ^b	0.4965 ^a	0.2830 ^c	0.08
pH	3.92 ^a	3.89 ^a	3.82 ^a	0.10
Sólidos Solúveis (°Brix)	24.76 ^b	35.53 ^a	33.03 ^a	3.73
Acidez(mg ac. cítrico/100g)	0.73109 ^a	0.98203 ^b	0.74836 ^a	0.20
AC.Ascórbico mg /100g	8.90 ^a	9.55 ^a	9.188 ^a	3.18
Proteínas (%)	1.87452 ^a	1.20549 ^b	1.60920 ^a	0.33
Lipídios (%)	0.07519 ^a	0.10237 ^a	0.12701 ^a	0.06
Açúcares Totais (%)	55.49 ^c	79.53 ^b	85.10 ^a	3.84
Valor Calórico (Kcal/100g)	227 ^c	320 ^b	343 ^a	2.94

Rendimento(%)	25,18	22,7	32,42	-
---------------	-------	------	-------	---

Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p < 0,05$, DMS = Diferença mínima significativa.

De acordo com os resultados microbiológicos obtidos (tabela 4), afirma-se que a manga desidratada osmoticamente, seguido de secagem em estufa, obedece aos padrões microbiológicos descritos na legislação de frutas secas (Brasil, 2001), já que nessa legislação não existe o produto específico fruto desidratado osmoticamente. Ou seja, dentre as amostras analisadas não foram detectadas a presença de coliformes a 35°C, coliformes a 45°C e *Escherichia coli*. A resolução RDC nº 12, de 02/01/2001, estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, sendo de 10^2 UFC.g⁻¹ valor máximo para coliformes termotolerantes, porém não estabelece padrões para bolores e leveduras.

O objetivo é produzir alimentos secos com contagens totais de microrganismos inferiores a 100.000 NMP/g, geralmente é aceito que as contagens de coliformes em alimentos secos devem ser de zero ou próximo a isso, e nenhum organismo patogênico deve ser permitido (JAY, 2005).

Segundo Sant'ana (2003) os microrganismos pertencentes ao grupo dos coliformes podem ser utilizados para refletir a qualidade microbiológica dos alimentos em relação à vida de prateleira ou à segurança, neste último caso, devido à presença de patógenos alimentares. Em geral, microrganismos indicadores, como o grupo dos coliformes, são utilizados para avaliar a sanificação dos alimentos. Contudo, os indicadores podem ser usados para avaliar aspectos gerais de qualidade, ou seja, os microrganismos indicadores são rotineiramente empregados para avaliar a qualidade do produto final e a higiene empregada no seu processamento.

As mangas utilizadas para o processamento passaram por um processo de branqueamento para inativação de enzimas, adição de ácido para abaixamento de pH e conservante para estabilização do produto final, todos com a finalidade de obter um produto nutritivo, livre de microrganismos e de longa vida de prateleira. Isto foi resultado das Boas práticas de higienização e sanitização usadas na realização de todo o processo até o acondicionamento do produto final.

Brandão (2003) revelou baixos valores de contagem padrão (<10 UFC/g), bolores e leveduras (<10 UFC/g) e coliformes totais e fecais (<3 NMP/g) para frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar, tais resultados estão de acordo com a legislação vigente (Brasil, 2001).

Tabela 4 - Valores médios das análises microbiológicas de mangas desidratadas osmoticamente e acondicionados em embalagens PET.

Parâmetros	Manga Desidratada Osmoticamente*	Legislação Brasileira**
Coli à 35° (NMP/g)	0	SP
Coli á 45° (NMP/G)	0	10 ² NMP/g
<i>Salmonella sp</i>	Ausência	Ausência

Nota: SP: SEM PADRÃO

**Resultados obtidos de todas as amostras estudadas (cubo, cubo1h, palito).*

***RDC nº12 Resolução RDC de 02 de janeiro de 2001*

As análises microbiológicas (tabela 4) demonstraram qualidade adequada do produto, estando o mesmo dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, ou seja, ausência de *Salmonella sp.* em 25g de acordo com a Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o processo de secagem resultou em um aumento no percentual da concentração de alguns parâmetros físico-químicos avaliados, em virtude da redução do teor de umidade, entre eles os sólidos solúveis e açúcares totais que já era aguardado, pois como o percentual de água na amostra (umidade) diminuiu, a quantidade de açúcares concentrou fazendo com que esses valores aumentassem ao longo do período de secagem.

Os valores de vitamina C estão abaixo dos descritos na literatura e por Bezerra, pois há grande perda desse composto após o processamento térmico (aquecimento) por longo tempo.

Com relação aos testes microbiológicos, os resultados demonstrados no estudo refletem as boas condições de higiene empregadas na elaboração do produto e as características físico-químicas obtidas, isto é, baixa atividade de água, baixo pH em associação ao efeito do benzoato de sódio e do ácido cítrico adicionados ao produto para a manutenção da qualidade no armazenamento da manga osmoticamente desidratada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA . **Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001- ANVISA**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>>. Acesso em 15 de julho de 2012.

BEZERRA, T.S. *Et al.* Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, Viçosa, 2011.

BRANDÃO, M.C.C. *Et al.* Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 38-41, Abril 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18/09/2003.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamin C. atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n. 2, 1998.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A.; BASTOS, R.S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira Ci. Solo**, 27:311-324, 2003.

FURTADO, G.F. PORTO, A.G.; SILVA, F.S.; SANTOS, P. Avaliação físico-química da polpa de manga (*mangifera indica* L. Var. *Espada*) submetida à secagem em camada delgada. **2 jornada científica da UNEMA**. Mato Grosso, 2009.

GAVA, A.J. SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. Ed. Nobel -São Paulo, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

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

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; RIBEIRO, J.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 282-286, 2004.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M.T.; MANHÃES, L.R.T.; SABAA-SRUR, A.U.O. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DE MINERAIS DE CASCA E POLPA DE MANGA (*Mangifera indica* L.) CV. TOMMY ATKINS. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, Dezembro 2010.

MARTIM, Nelisa Sita P. P. Estudo das Características de Processamento da Manga (*Mangifera Indica* L.) Variedade Tommy Atkins Desidratada. **Dissertação de Mestrado –Universidade Federal do Paraná**, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Curitiba, 2006.

NETO, M.A.S. MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; FIGUEIREDO, R.W.; FILHO, M.S.M.S.; LIMA, A.S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set./out., 2005.

OETTERER, M. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Ed. Manole, 2006.

SANT'ANA, A. S. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciênc. Tecnol. Alim.**,v. 23, supl., p.190-194, 2003.

SANTIM, M. SANTOS, R.A.M. **Estudo das características nutricionais das polpas de mangas (*mangifera indica* l.) Variedade *tommy atkins***. VI EPCC *Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar*, Maringá – Paraná 27 a 30 de outubro de 2009.

SILVA, M.F.A. **Estudo de maturação de algumas variedades de manga, caracterização físico-química e química do fruto e processamento da polpa**. 1985. 125 p. Dissertação (Mestrado em Frutos Tropicais) – Curso de Pós graduação em Frutos Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1985.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de Análise Microniológica de Alimentos**. 2ºed. Livraria varela. São Paulo, 2001.229p.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In:WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: America. Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.

CAPITULO III

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE MANGA (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) DESIDRATADA OSMOTICAMENTE

RESUMO

A manga cultivar Tommy Atkins é um fruto que possui características adequadas ao processamento e tem boa aceitação no mercado nacional e internacional, sendo também uma variedade muito produtiva para fabricação de manga desidratada por apresentar grande quantidade de polpa por fruto, além de possuir cor e aroma agradáveis. A análise sensorial deve trabalhar em conjunto com o setor de pesquisa e desenvolvimento de produtos e marketing desde a etapa de concepção do produto ao monitoramento pós-lançamento, para prover informações relevantes que orientem o desenvolvimento e a estratégia comercial em todo o ciclo de vida do produto. O objetivo deste estudo foi traçar o perfil sensorial e avaliar a aceitação global de manga osmoticamente desidratada processada em diferentes tratamentos, de modo a determinar as alterações perceptíveis sensorialmente. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, com luz branca, do Laboratório de Análise Sensorial da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos– UFCG. Inicialmente foram recrutados 20 voluntários de ambos os sexos, em seguida para seleção de candidatos (testes gostos básicos, reconhecimento de odores, proporção, textura, duo-trio e ordenação); desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos provadores e aplicação dos testes sensoriais definitivos.

O uso da Análise Descritiva Quantitativa forneceu informações relevantes que descrevem os atributos sensoriais para as amostras CUBO, CUBO1h e PALITO. Os resultados mostraram que houve diferenças significativas para todos os atributos entre as 3 amostras testadas, com exceção do sabor ácido que apresentou similaridade para os tratamentos CUBO1h e PALITO para o mesmo atributo. A amostra CUBO1h apresentou maiores índices de maciez e adesividade. A mesma obteve maiores notas para o aroma e sabor de manga devido a mesma apresentar mais proximidade com as características sensoriais da fruta *in natura*.

Palavras-chave: Manga, Desidratação osmótica, Análise descritiva quantitativa.

ABSTRACT

The mango cultivar Tommy Atkins is a fruit that has characteristics suitable for processing and is well accepted in domestic and international market, and also a very productive variety for the production of dried mango for presenting large amount of pulp per fruit, besides possessing color and aroma pleasant. Sensory analysis must work together with the industry research and product development and marketing from the product design stage to post-release monitoring, to provide relevant information to guide the development and commercial strategy throughout the product life cycle . The aim of this study was to determine the sensory profile and assess the overall acceptability of osmotically dehydrated mango processed in different treatments in order to determine changes sensorially perceptible. The sensory tests were conducted in individual booths with white light, the Sensory Analysis Lab of the Academic Unit of Food Technology-UFCG. Initially recruited 20 volunteers of both sexes, then for candidate selection (testing basic tastes, odor recognition, proportion, texture, duo and trio-ordination); development of descriptive terminology and training of assessors and application of definite sensory tests .

The use of quantitative descriptive analysis provided relevant information that describe the sensory attributes for samples HUB, CUBO1h and toothpick. The results showed significant differences for all attributes between the 3 samples tested, except for the sour taste that showed similarity to the treatments CUBO1h and stick to the same attribute. The sample showed higher rates of CUBO1h softness and stickiness. The same has obtained higher scores for aroma and flavor of mango because it presents more proximity to the sensory characteristics of fresh fruit.

Keywords: Manga, Osmotic dehydration, Quantitative descriptive analysis.

1 INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas tropicais mais cultivadas do mundo, com a Índia, China e México sendo os principais produtores. O fruto é uma excelente fonte de fibra e vitaminas A, C e do complexo B, e tornou-se cada vez mais apreciado pelo consumidor (TEDJO et al., 2002).

A produção de derivados de frutas no Brasil se concentra em sucos, polpas e as frutas adoçadas desidratadas que, em sua maioria, são produzidas com uso de sacarose. Sendo assim, a manga variedade Tommy Atkins é um fruto que possui características adequadas ao processamento e tem boa aceitação no mercado nacional e internacional, sendo também uma variedade muito produtiva para fabricação de manga desidratada por apresentar grande quantidade de polpa por fruto, além de possuir cor e aroma agradáveis (MARTIM, 2006).

A desidratação osmótica tem sido considerada uma ferramenta tecnológica importante para se desenvolver novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e com propriedades funcionais (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001).

A análise sensorial deve trabalhar em conjunto com o setor de pesquisa e desenvolvimento de produtos e marketing desde a etapa de concepção do produto ao monitoramento pós-lançamento, para prover informações relevantes que orientem o desenvolvimento e a estratégia comercial em todo o ciclo de vida do produto. A análise sensorial também pode identificar atributos sensoriais importantes que indiquem um diferencial que pode ser utilizado para explorar oportunidades na categoria, em segmentos ou nichos de consumidores (OLIVEIRA, 2009).

A análise sensorial descritiva apresenta-se como uma metodologia que proporciona a obtenção de uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes. Possui inúmeras aplicações, como por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento de produtos para verificar possíveis alterações no decorrer do período, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de produtos industrializados, como também relacionar os testes sensoriais com os instrumentais (LAWLESS, 1999 e STONE 1993).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Traçar o perfil sensorial através da ADQ de manga osmoticamente desidratada processada em diferentes tratamentos, de modo a determinar as alterações perceptíveis sensorialmente.

2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar as respostas dos provadores em relação a aceitação dos atributos sensoriais da manga osmoticamente desidratada;
- Determinar a preferência da manga osmoticamente desidratada em relação ao aroma, sabor, textura e aparência, das diferentes amostras;
- Definir e mesurar os atributos sensoriais de aparência, aroma, textura e sabor da MOD;
- Determinar e avaliar as correlações relevantes dentre os atributos sensoriais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais, com luz branca, do Laboratório de Análise Sensorial da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia de Alimentos – UFCG, Campus Pombal-PB, no período da manhã e/ou tarde logo após o processamento das mangas, que passaram por diversas etapas: recepção, seleção e classificação, lavagem, corte, seleção das fatias, branqueamento, imersão do xarope, secagem em estufa (65°C), resfriamento a temperatura ambiente, envase e armazenamento a 24°C, de acordo com a metodologia descrita no capítulo 1 (pag. 35). Definiram-se três diferentes formatos de manga osmoticamente desidratadas: a primeira na forma de cubo com 4 horas sob desidratação osmótica e 16 horas de secagem em estufa (CUBO), a segunda amostra também no formato de cubo, porém com permanência de 5 horas na solução osmótica e 17 horas de secagem em estufa (CUBO1h), e a terceira obtida na forma de palito com a mesma formulação da primeira (PALITO). A estas foram aplicadas a Análise Descritiva Quantitativa.

3.1 Análise Descritiva Quantitativa

3.1.1 Recrutamento e Seleção de Candidatos

Inicialmente foram recrutados 20 voluntários de ambos os sexos do curso de Engenharia de Alimentos UATA/CCTA/UFCG/Pombal-PB, considerando o interesse e disponibilidade dos mesmos no período de realização das análises, além do conhecimento prévio de análise sensorial.

O teste de reconhecimento de gostos básicos foi realizado para verificar a capacidade dos provadores em distinguir entre os diferentes gostos. Os candidatos receberam soluções aquosas diluídas de cada gosto básico (tabela 1) e foram solicitados a identificá-las, o modelo da ficha para este tipo de teste se encontra no Anexo A.

Tabela 1: Concentrações das soluções para o teste de gostos básicos.

Sabor	Solução	Concentração (%)
Doce	Sacarose	0,8
Salgado	Cloreto de Sódio	0,15
Amargo	Cafeína	0,05
Ácido	Ácido Cítrico	0,05
Umami	Glutamato Monossódico	0,05

Fonte: Ferreira (2000)

O teste de reconhecimento de odores teve como objetivo avaliar a capacidade da memória sensorial quanto aos odores pelos candidatos, onde foram apresentadas 12 essências (de alimentos) em béqueres de vidro envoltos com papel alumínio e com pequenos orifícios na sua superfície, o modelo da ficha utilizada se encontra no Anexo B.

Como teste discriminativo, aplicou-se o teste de textura, verificando a capacidade em avaliar e interpretar suas percepções quanto a intensidade do estímulo provocado por diferentes texturas, onde foi utilizados alimentos com diferentes níveis de dureza, fraturabilidade e elasticidade, como cenoura, biscoito água e sal, amendoim e castanha, a ficha utilizada está no Anexo C. Foram selecionados os participantes que ordenaram 80% das amostras corretamente, admitindo-se a inversão na ordem das amostras adjacentes (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

Os voluntários foram submetidos ao teste das figuras, onde se avaliou a noção de proporção, segundo o modelo contido no Anexo G. Este teste tem como critério de aprovação o mínimo de 60% de acerto (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

Além desses testes, ainda realizaram testes duo-trio e ordenação (Anexo D e E, respectivamente). Os critérios estabelecidos para seleção foram a participação em todas as sessões e o limiar de 80% de acerto. Portanto, os candidatos que atenderam aos critérios descritos foram selecionados para as demais fases, sendo considerados julgadores pré-selecionados.

3.1.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva e treinamento dos provadores

No início desta etapa foi repassada aos provadores a correta postura durante as avaliações e também no período que as antecede, como evitar comer ou beber alimentos de sabor residual muito forte antes das seções, a necessidade de realizar as avaliações com compenetração (DUTCOSKY, 1996). A manutenção de um painel sensorial é um dos pontos básicos para o sucesso de um programa de qualidade (COSTELL, 2002).

As sessões de desenvolvimento da terminologia foram realizadas em cabines individuais, onde as três amostras foram apresentadas aos provadores previamente selecionados, utilizou-se para isto o Método de Rede, descrito por Kelly e citado por Moskowitz (1983), onde os selecionados descreveram as similaridades e as diferenças entre as amostras com relação às características de aparência, aroma, sabor e textura.

Logo após o término das sessões uma discussão em grupo foi administrada pelo mediador com o intuito de incorporar termos descritivos parecidos e propor amostras referências. Todas essas sessões resultaram na elaboração dos termos descritivos pela equipe sensorial e da ficha de avaliação das amostras. A definição de cada termo descritivo, desenvolvida pela equipe sensorial, está apresentada na tabela 2. Os materiais (alimentos) de referência (figura 1) e o significado de cada termo descritivo foram colocados a disposição da equipe sensorial em cada fase. O treinamento foi concluído quando os provadores confirmaram não ter dificuldades em avaliar as amostras.

Tabela 2: Definição dos termos descritivos e materiais de referências para amostras de manga osmoticamente desidratada.

Descritores	Definição	Referência
Brilho	Qualidade de apresentar reflexão da luz	Pouco: suspensão de 6,5g de amido de milho em 30mL de leite. Intenso: glicose de milho (marca Karo)
Cor Amarela	Tonalidade da cor amarela variando de amarelo claro ao amarelo escuro (marron)	Claro: margarina resfriada Escuro: doce de banana em tablete

Geometria	Relativo às proporções dimensionais do fruto inteiro, percebidas através da visão.	Fino: Pedacos de batata frita congelada Grosso: Pedacos de cenoura cortados em largas fatias
Aroma Doce	Compostos aromáticos relacionados à fruta, que dão a sensação de doce.	Fraco: glicose de milho (marca Karo) Forte: mel de abelha
Aroma de manga	Aroma natural característico da manga	Fraco: polpa de manga cv. Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:10) Forte: polpa de manga Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:1)
Adesividade	Força necessária para superar a tração entre o alimento e o palato	Pouco: Batata doce cozida Muito: Jujuba
Textura fibrosa	Sensação produzida pela quantidade de fibras presente na manga	Pouco: Manga com estágio de maturação verde Muito: Manga madura
Maciez	Força mínima necessária para comprimir a amostra	Pouco: Cenoura Muito: Manga
Sabor ácido	Sabor pungente relacionado a presença de ácidos na fruta	Fraco: Água Mineral Forte: Balas de maçã verde
Sabor de manga	Sabor característico da Manga	Fraco: polpa de manga Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:4) Forte: polpa de manga Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:1) e adicionada com sacarose 7,5%
Sabor adocicado	Sabor estimulado pela sacarose e outras substâncias doces como: aspartame, ciclamato/sacarina, etc.	Fraco: polpa de manga Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:2) e adicionada de 5% de sacarose Forte: polpa de manga Tommy Atkins, diluída em água mineral (1:2) e adicionada de 11% de sacarose

Brilho	_____
	Pouco Intenso
AROMA	
Característico da Manga	_____
	Fraco Forte
Adocicado	_____
	Fraco Forte
SABOR	
Característico da Manga	_____
	Fraco Forte
Ácido	_____
	Nenhum Forte
Adocicado	_____
	Fraco Forte
TEXTURA	
Fibrosa	_____
	Pouco Muito
Adesividade	_____
	Pouco Muito
Adocicado	_____
	Pouco Muito

Figura 2 - Ficha de avaliação utilizada para análise sensorial descritiva de manga osmoticamente desidratada.

3.1.4 Aplicação dos testes sensoriais definitivos

O perfil sensorial das três amostras de manga (CUBO, CUBO1h, PALITO) foi avaliado pelos 10 julgadores treinados com idades de 20 a 33 anos. A intensidade de cada descritor foi mensurada para cada amostra através da escala não estruturada de nove centímetros, com termos de intensidade descritos em seus extremos, sendo o mínimo a esquerda e o máximo a direita. Foi empregado o delineamento em blocos completos balanceados, sendo realizadas 5 repetições por provador. Os provadores receberam 30g de cada amostra a temperatura ambiente, servidas em pratinhos descartáveis codificados com números de três dígitos,

juntamente com água e biscoito água e sal, utilizados para limpar o palato de uma amostra para outra. Foi utilizada a mesma ficha sensorial descrita anteriormente para o treinamento (figura 2).

3.2 Análise Estatística

Os dados obtidos na análise descritiva quantitativa foram analisados através da análise de variância (ANOVA) de dois fatores (provadores e amostras) utilizando o programa estatístico SPSS e, tendo sido detectadas diferenças significativas entre as médias ($p \leq 0,05$), as mesmas foram submetidas ao teste de Tukey, foi utilizado a representação dos resultados através de gráfico tipo Radar (conhecido ainda como gráfico aranha), para melhor visualização das diferenças e similaridades entre as amostras; e ainda foram realizadas as correlações entre os parâmetros sensoriais, utilizando o teste de Correlação de Person (r) considerando $p \leq 5\%$, as forças de (-1) a (+1) foram caracterizadas com base nas recomendações de Davis (1976) apud MASCARENHAS (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da tabela 3 representam as médias dos atributos sensoriais que caracterizam as amostras de manga osmoticamente desidratada, assim como, os resultados do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que para a maioria dos atributos as três amostras diferiram entre si. No entanto percebe-se que o brilho presente na amostra CUBO apresentou maior valor (5,09) por ser a única amostra que foi privilegiada pois em relação a amostra CUBO1h o tratamento térmico ocorreu por uma menor duração e em relação a amostra PALITO sua forma mais espessa contribuiu para uma maior retenção da água. As notas obtidas para a coloração da amostra CUBO1h foram superiores as notas das demais amostras, isso ocorreu por meio do processamento térmico desta ter sido mais demorado e ainda permaneceu uma hora a mais na estufa, o que ocasionou um escurecimento dessa amostra devido a possível reação de escurecimento.

Quanto a geometria da amostra a PALITO, como esperado, apresentou menores notas, que significa menor espessura, isso ocorre devido a sua forma de corte em tiras quando comparadas com as outras duas na forma de cubo. A mesma amostra também apresentou valor inferior quanto a presença de fibras, que pode ter sido perdidas devido ao corte em palito, enquanto as de cubo permaneceram com as mesmas.

A adesividade foi maior para CUBO1h, isso se deve ao maior tempo de imersão da amostra na solução osmótica. A maciez para o tratamento PALITO obteve o pior índice, devido a amostra ter permanecido por mais tempo na estufa para secagem e também ao formato, tornando a mesma mais firme.

A amostra CUBO1h obteve as melhores notas para aroma e sabor doce, devido a maior permanência na solução osmótica de sacarose. Sabor e aroma de manga e sabor ácido foi mais característico da CUBO por possuir propriedades mais características da manga *in natura*. No entanto, os tratamentos CUBO1h e PALITO não diferiram estatisticamente quanto ao sabor ácido. De acordo com Martim (2006) que estudou diferentes metodologias utilizando a manga osmoticamente desidrata (manga desidratada sem tratamento, manga tratada com sacarose, manga tratada

com sorbitol) constatou que não houve diferença significativa entre as amostras para o sabor ácido, o mesmo não ocorreu neste trabalho.

Tabela 3: Médias dos atributos sensoriais obtidas da análise descritiva quantitativa das amostras de manga osmoticamente desidratada.

ATRIBUTOS	CUBO	CUBO1h	PALITO	DMS
Brilho	5,09 ^a	3,97 ^b	2,91 ^c	1,00
Cor Amarela	4,38 ^b	7,76 ^a	1,81 ^c	1,00
Geometria	4,24 ^a	4,82 ^b	1,45 ^c	0,24
Fibrosa	5,88 ^a	5,28 ^b	2,62 ^c	0,22
Adesividade	4,27 ^a	5,07 ^b	4,12 ^c	0,05
Maciez	4,33 ^b	7,43 ^a	2,06 ^c	1,00
Aroma doce	4,71 ^b	5,94 ^a	3,67 ^c	1,00
Aroma Manga	4,00 ^a	3,55 ^b	3,32 ^c	0,18
Sabor Manga	4,95 ^a	4,44 ^b	3,92 ^c	0,46
Sabor Doce	4,81 ^b	5,79 ^a	3,24 ^c	1,00
Sabor Ácido	4,18 ^a	3,46 ^b	3,67 ^b	0,23

Médias na mesma linha acompanhadas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de significância; e DMS = diferença mínima significativa.

A Figura 3 é uma representação gráfica do tipo radar, para melhor visualização dos dados, estes já mostrados na tabela 1. Nesta figura, o ponto zero (0) na escala de atributo sensorial é o seu centro, e a intensidade aumenta do centro para a extremidade da figura. A média dos atributos para cada amostra é marcada no eixo correspondente e o perfil sensorial é projetado pela conexão dos pontos.

Verificou-se que as três amostras diferiram entre si, e que a amostra CUBO1h apresentou médias superiores às demais em atributos como cor amarela, maciez, geometria, adesividade, sabor e aroma adocicado, isso ocorreu devido ao tempo no qual a amostra permaneceu na solução de sacarose e na estufa, como mencionado anteriormente. Já a amostra CUBO destacou-se em atributos como brilho, sabor característico de manga, sabor ácido e quantidade de fibras, o que revelou maior similaridade com a fruta *in natura*. A amostra PALITO obteve os

menores índices para praticamente todos os atributos sensoriais. Comparando-se o perfil sensorial das amostras, é possível verificar que a amostra CUBO tem as características mais próximas às da amostra CUBO1h, e que ambas se distanciam um pouco da amostra PALITO.

De acordo com Martim (2006) que avaliou as características de processamento da manga (*mangifera indica* L.) cultivar tommy atkins desidratada e relatou em sua pesquisa as médias obtidas na avaliação sensorial dos atributos textura, acidez e sabor doce para a manga em meio osmótico de sacarose, obtendo resultados de 7,89 para textura, 3,48 para sabor ácido e 4,35 para sabor doce. Analisando esses valores de Martim com os resultados encontrados para os três tratamentos de manga, observamos que os termos descritores que se referem a textura em nosso trabalho que foram as fibras, o grau de adesividade e maciez das mesmas, constatamos que única amostra que se aproximou do resultado encontrado pelo autor para textura foi a CUBO1h (5,07; 7,43; 5,94 para os respectivos atributos de fibras, adesividade e maciez, pois foi a amostra que se apresentou mais macia e mais adesiva devido ao processamento em que acrescentou-se 1h na solução osmótica e 1h no processo de secagem. Com relação ao sabor ácido as amostras que não diferiram dos dados encontrados por Martim (2006) foram CUBO1h e PALITO com 3,46 e 3,67 respectivamente. Para o sabor doce o tratamento que mais se aproximou dos resultados encontrados pelo autor foi a amostra CUBO1h isso ocorre por conta que o tratamento passou longo tempo em solução osmótica de sacarose.



Figura 3: Perfil Sensorial das amostras de Manga Osmoticamente Desidratada.
Fonte: Autoria própria.

Analisando a Tabela 04 que relata a correlação dos dados da análise sensorial descritiva, verificou-se que houve alta correlação entre a cor amarela e a maciez (0,847) e entre o aroma doce e o sabor doce, cuja correlação foi de 0,686; possivelmente a quantidade de açúcar adicionado às amostras deve ter contribuído para essa sensação de doçura. A cor amarela e a geometria tiveram uma correlação de 0,634; do mesmo modo, a cor amarela e o sabor doce obtiveram uma elevada correlação (0,535). Também foi observada uma significativa correlação entre geometria e fibra, e geometria e maciez com valores de 0,601 e 0,615 respectivamente. Ainda verificou-se que a maciez obteve alta correlação com o sabor doce.

Tabela 04: Coeficientes de correlação dados na Análise de Componentes Principais entre os atributos sensoriais

	GEO	CA	Bri	AM	AD	SM	SA	SD	Fib	Ade	Mac
GEO	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CA	0,634**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bri	0,117	0,165	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
AM	0,057	0,042	0,383**	1,00	-	-	-	-	-	-	-
AD	0,366**	0,542**	0,372**	0,240*	1,00	-	-	-	-	-	-
SM	0,197	0,121	0,054	0,320**	0,028	1,00	-	-	-	-	-
SA	-0,119	-0,054	0,346**	0,323**	0,256*	-0,029	1,00	-	-	-	-
SD	0,279**	0,535**	0,354**	0,103	0,686**	-0,037	0,213*	1,00	-	-	-
Fib	0,601**	0,469**	0,283**	0,157	0,157	0,278**	0,012	0,258*	1,00	-	-
Ade	0,111	0,212*	0,220*	-0,162	0,123	-0,147	-0,106	0,124	0,237*	1,00	-
Mac	0,615**	0,847**	0,238*	0,069	0,544**	0,077	-0,122	0,626**	0,416**	0,301**	1,00

Médias dos coeficientes de correlação dados na Análise de Componentes Principais entre os atributos sensoriais a 1% e 5% de significância; GEO: Geometria; CA: Cor Amarela; Bri: Brilho; AM: Aroma de Manga; AD: Aroma Doce; SM: Sabor de Manga; SA: Sabor Acido; SD: Sabor Doce; Fib: Fibra; Ade: Adesividade; Mac: Maciez. ** Correlação é significativa ao nível 0,01. * Correlação é significativa ao nível 0,05.

Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

A amostra CUBO1h apresentou maiores índices de maciez e adesividade isso ocorreu devido ao tratamento utilizado que favoreceu a hidrólise de polissacarídeos estruturais (sendo as substâncias pécticas as principais) e comprometem a permeabilidade e a seletividade da parede celular da fruta.

A amostra CUBO obteve maiores notas para o aroma e sabor de manga devido a mesma apresentar mais proximidade com as características sensoriais da fruta *in natura*.

Houve diferenças significativas para todos os atributos entre as amostras testadas, com exceção do sabor ácido que apresentou similaridade para os tratamentos CUBO1h e PALITO.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITL, 2002. 116 p.

LAWLESS, H.; HEYMANN, G.V. **Sensory evaluation of foods**. 827 p, 1999. **apud** BATTOCHIO, J. R. et alii. **Perfil Sensorial de pão de forma integral**. Ciência e Tecnologia de Aliment., Campinas, SP, abr.-jun. 2006.

MARTIM, Nelisa Sita P. P. Estudo das Características de Processamento da Manga (Mangífera Indica L.) Variedade Tommy Atkins Desidratada. **Dissertação de Mestrado –Universidade Federal do Paraná**, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Curitiba, 2006.

MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods-Marketing and R&D Approaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983. 605p.

SPSS. INC., **14.0 for Windows Evaluation Version [Computer program]**; SPSS. Inc., 2005.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993, 338 p. **apud** BATTOCHIO, J. R. et alii. **Perfil Sensorial de pão de forma integral**. Ciência e Tecnologia de Aliment., Campinas, SP, abr.-jun. 2006.

TEDJO, W.; TAIWO, K.A.; ESHTIAGHI, M.N.; KNORR, D. **Comparison of pretreatment methods on water and solid diffusion kinetics of osmotically dehydrated mangos**. Journal of Food Engineering, v. 53, p. 133-142, 2002. **Citado por:** BERNAARDI, P. M. Azoubel; A. C. P. L. F. Cabral; M. D. B. da SILVA, S. B.de Oliveira. **MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DE MANGA 'TOMMY ATKINS'**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Recife – PB, 2008.

TORREGGIANI, D. **Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing**. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 59-68, 2001.

CAPÍTULO IV

ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA MANGA POR MEIO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS AUTO-ORGANIZÁVEIS

RESUMO

A evolução da análise sensorial está intimamente relacionada ao desenvolvimento do controle de qualidade de alimentos que, por sua vez, se desenvolve com a evolução tecnológica da indústria. A aplicação das redes neurais à avaliação sensorial de consumidores de manga osmoticamente desidratada apresenta-se como uma nova tendência no desenvolvimento e na comercialização de produtos com elevado padrão de qualidade. O objetivo desta pesquisa viabiliza a aplicação de novas técnicas junto à indústria de alimentos com o intuito de aprimorar a produção e o armazenamento e facilitar o estudo da aceitação por parte dos consumidores. A aceitação sensorial da manga osmoticamente desidratada na forma CUBO1h apresentou melhores resultados que as amostras PALITO e CUBO. Isso aconteceu devido à amostra PALITO apresentar-se mais firme e seca, e também devido a amostra CUBO possuir características mais parecidas com as da fruta, o que causou uma menor aceitação do produto ao ser degustado, o que não ocorreu com a amostra CUBO1h, que apresentou mais macia que as demais. Considerando o estudo realizado notou-se que a forma de apresentação das amostras, influenciou nos atributos sensoriais e nesse caso na forma de secagem das mesmas.

Palavras-chave: análise sensorial, redes neurais artificiais, aceitação.

ABSTRACT

The evolution of sensory analysis is closely related to the development of quality control of foods which, in turn, evolves with technology industry. The application of neural networks to consumer sensory evaluation of osmotically dehydrated mango presents itself as a new trend in the development and marketing of products with high quality standards. This research enables the application of new techniques by the food industry in order to improve production and storage and facilitate the study of acceptance by consumers. The sensory acceptance of osmotically dehydrated mango as CUBO1h presented better results than the samples toothpick and CUBE. This happened due to the sample stick present itself more firm and dry, and also because the sample CUBE have characteristics more like those of fruit, which caused a lower uptake of the product to be sampled, which did not occur with the sample CUBO1h, which showed that softer other. Considering the study it was noticed that the form of presentation of samples influence the sensory attributes and in this case in the form of drying.

Keywords: sensory analysis, artificial neural networks, acceptance.

1 INTRODUÇÃO

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos computacionais inspirados na estrutura e funcionamento do cérebro humano, que conseguem reproduzir virtualmente o comportamento de qualquer função matemática. São baseados na simulação dos neurônios, os quais, juntos, formam a rede de trabalho. Constituem um programa de computador baseado num modelo simplificado do cérebro humano (DEISINGH et al., 2004; MATTOSO, 2001; VLASOV et al., 2002).

Apesar do pouco conhecimento do cérebro humano, as pesquisas em redes neurais têm se mostrado bastante promissoras em diversas áreas, como engenharia, computação e neurociência. Sendo também de grande utilidade para problemas como reconhecimento de padrões, agrupamento, previsão de séries temporais, análise de aroma e odor via nariz eletrônico, análise de pesquisa de mercado, entre outros (VIEIRA, 2004).

A manga processada, em substituição à manga *in natura*, representa uma opção vantajosa na pauta de exportação brasileira de produtos agroindustriais. Segundo Gonçalves (2002), produtos processados ou elaborados são potencialmente diferenciáveis e, portanto, agregam mais valor, gerando maiores receitas e visando novos postos de trabalho no país.

A aplicação das redes neurais à avaliação sensorial de consumidores de manga osmoticamente desidratada apresenta-se como uma nova tendência no desenvolvimento e na comercialização de produtos com elevado padrão de qualidade. Este trabalho viabiliza a aplicação de novas técnicas junto à indústria de alimentos com o intuito de aprimorar a produção e o armazenamento e facilitar o estudo da aceitação por parte dos consumidores.

2 OBJETVOS

2.1 Geral

Adaptar a máquina para que a resposta seja captada por um software que deverá ser o responsável por interpretar os dados dos sabores conhecidos pelo ser humano.

2.2 Específicos

- Verificar, por meio de testes sensoriais, a atitude do consumidor com relação à manga desidratada durante sua vida de prateleira;
- Avaliar a influência das diferentes formas de apresentação das amostras e do tempo de armazenamento na qualidade do produto via redes neurais artificiais;
- Disponibilizar um novo método de baixo custo, buscando agregação de valor para produto de manga, considerando a importância do sistema orgânico e contribuindo para minimizar as perdas pós-colheita desse fruto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB. Onde os frutos foram provenientes do Setor de Fruticultura do Campus do Instituto Federal de Ensino Tecnológico, localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa – PB. As mangas utilizadas foram da variedade *Tommy Atkins* e seu estágio de maturação verde amarelada. Em seguida os frutos foram processados de acordo com a metodologia descrita no capítulo I deste trabalho, onde definiram-se três formatos de manga osmoticamente desidratadas diferentes: a primeira na forma de cubo com 4 horas sob desidratação osmótica e 16 horas de secagem em estufa (CUBO), a segunda amostra também no formato de cubo só que com 5 horas na desidratação osmótica e 17 horas de secagem em estufa (CUBO1h), e a terceira obtida na forma de palito com a mesma formulação da primeira (PALITO), como podemos ver na figura 6.

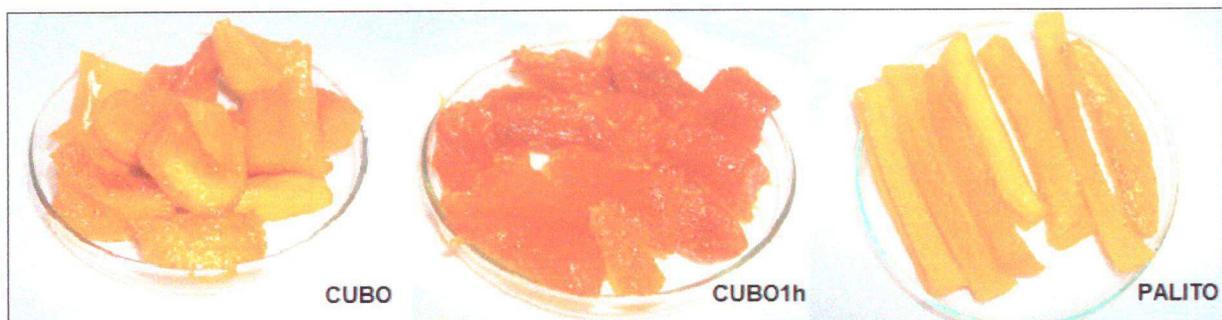


Figura 6: Mangas osmoticamente desidratadas, nos três tratamentos estudados: CUBO, CUBO1h e PALITO. *Fonte: Autoria própria.*

3.1 Análise Sensorial

Os testes foram realizados em cabines individuais, iluminadas com luz branca, no laboratório de Análise Sensorial, onde as três amostras foram servidas a temperatura ambiente, em pratos descartáveis codificados com três dígitos, de forma sequencial e aleatória, com orientação sobre o preenchimento da ficha sensorial. Serviu-se água e biscoito água e sal para eliminar o sabor residual entre cada amostra. Foram aplicados testes de aceitação sensorial de aparência, cor, textura, aroma e sabor utilizando a escala hedônica de 9 pontos, onde 9 representa a nota

máxima “gostei muitíssimo”, 5 representa “não gostei nem desgostei” e 1 representa a nota mínima “desgostei muitíssimo” e a atitude utilizando escala de 5 pontos, sendo 5 “Comeria isto sempre que tivesse oportunidade” e 1 “Só comeria isto se fosse forçado”, aplicada a 60 provadores não treinados, com idades variadas, incluindo alunos, professores e funcionários da Universidade Federal de Campina Grande, a cada sete dias durante cinco semanas (45 dias) seguidas. Segue em Apêndice o modelo da ficha sensorial que foi utilizada nesse trabalho.



Figura 7: Forma de apresentação das amostras para análise sensorial e provadores avaliando as mangas osmoticamente desidratada. Fonte: Autoria própria.

3.2 Redes Neurais Artificiais (Mapas auto-organizáveis)

Após a aplicação dos testes sensoriais os dados obtidos foram analisados iniciando-se a fase de modelagem matemática através de um software MATLAB versão 2012. Os dados foram analisados por meio de três Redes Neurais Artificiais Auto-Organizáveis (Redes SOM), cada uma com 30 neurônios na camada de entrada, representando 6 parâmetros sensoriais avaliados durante 5 semanas para cada forma de amostra. Para a camada de saída bidimensional, optou-se por uma malha de 3×3, fornecendo um total de 9 neurônios hexagonais. A figura 8 apresenta estrutura da rede SOM deste trabalho.

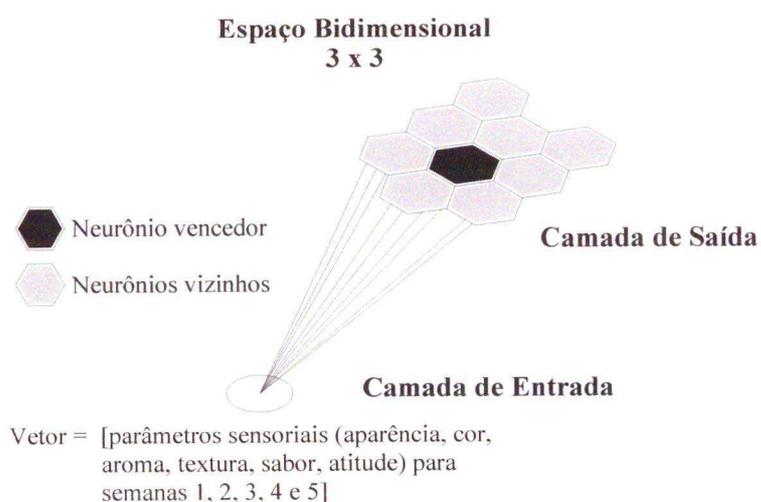


Figura 8: Representação da Rede SOM. Fonte: Autoria Própria

Por meio desse programa foi iniciado o processo usual na solução de enigmas que passa primeiramente por uma fase de aprendizagem. Essa aprendizagem ocorreu em modo de lote e, para garantir um treinamento consistente, o grupo de dados foi proposto à rede neural SOM 1000 iterações ou ciclos. “Na fase de ordenação, optou-se por 100 apresentações do conjunto de dados e por um raio da vizinhança inicial igual a três passos. A fase de ajustes contou com as 900 apresentações restantes” (FARIAS, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das variáveis envolvidas na modelagem pode ser feita através de planos que representam os pesos ligados a cada variável de entrada. Para facilitar a visualização dos resultados uma escala de cor foi criada com as dimensões originais dos pesos, com base na escala hedônica de nove pontos, como mostram as figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14 obtidas pelas redes SOM. Duas variáveis com gradientes de cores paralelos mostram que têm correlação direta, enquanto gradientes antiparalelos indicam uma correlação inversa (GÁRCIA e GONZÁLES, 2004). Através destas, várias informações pertinentes para este estudo podem ser observadas, entre elas a semana que se obteve a melhor média para cada atributo sensorial.

Nesta pesquisa, a cada semana, 60 provadores não treinados atribuíram notas aos parâmetros sensoriais (aparência, cor, aroma, textura, sabor e atitude) durante o período de 5 semanas de armazenamento.

A figura 9, 11 e 12 apresentam os gráficos Hits, os quais mostram a quantidade de provadores alocados em cada uma das classes de representação determinadas pela rede neural para as amostras CUBO, CUBO1h e PALITO. Portanto, observamos que quanto mais provadores estiverem em certa classe, mais importância ela representará para o estudo.

Relacionando os valores do gráfico Hits para a amostra CUBO (figura 9) com os obtidos pela Rede SOM, na figura 10, constatou-se que as classes com maior representatividade de provadores estão localizadas na parte inferior esquerda do gráfico Hits com um número de 10 provadores. Na semana 1 as médias do atributo textura foram as que mais influenciaram na atitude de consumo dos julgadores, isso se deve ao fato que a amostra CUBO apresenta elevado teor de fibras, como mostrou a análise descritiva quantitativa (ADQ) realizada no segundo capítulo deste trabalho (página 70). Na semana seguinte (2), a cor, textura e o aroma foram as propriedades que mais contribuíram para atitude de consumo positiva dos provadores, possivelmente por apresentar a coloração amarela característica da manga *in natura*, como visualizamos as imagens na figura 10. A terceira semana obteve os piores índices, pois uma grande quantidade de provadores (36) atribuíram notas inferiores a 6 (gostei ligeiramente) da escala hedônica, observando que o

parâmetro que mais influenciou a atitude dos provadores em suas notas foi o atributo textura; já os melhores índices para todos os atributos avaliados nesta amostra foram obtidos na semana 4, onde ressalta-se para os provadores que esta é a melhor semana para o consumo da manga CUBO, sendo o dia mais favorável para todos os atributos sensoriais o 21º dia após o processamento da manga. Ao analisar a semana 5 verificou-se o atributo aroma como sendo o que mais contribuiu para a atitude de consumo, e apesar de estar na última semana os provadores atribuíram notas satisfatórias para todos os atributos avaliados. No entanto, observa-se que devido aos provadores não estarem treinados para a realização do teste, seus dados poderão influenciar no resultado do estudo devido a algumas avaliações inconscientes da parte dos mesmos.

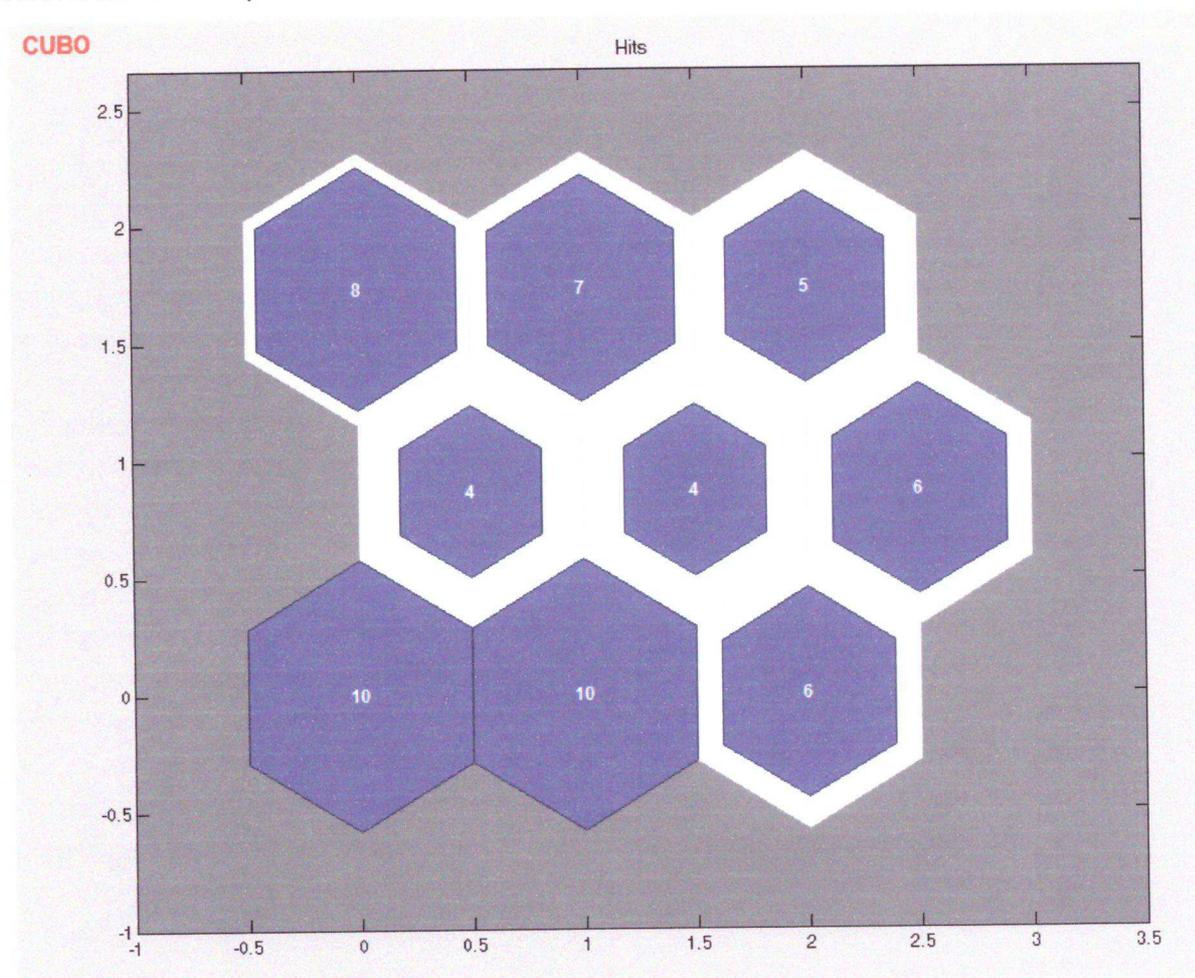


Figura 9: Gráfico Hits para a amostra CUBO, expressa os resultados dos provadores para cada classe. *Fonte: Autoria própria.*



Figura 10: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e atitude dos provadores para a amostra CUBO de manga osmoticamente desidratada. *Fonte: Autoria própria.*

Com relação a figura 12 identificou-se na primeira semana fortes influências da textura e do sabor na atitude dos provadores para a amostra CUBO1h. O atributo sabor obteve suas melhores notas na semana 2 quando comparado com as demais semanas, entretanto o atributo que mais colaborou com a atitude dos avaliadores foi a textura, comprovado mais uma vez pela ADQ realizada no capítulo II, onde a manga CUBO1h obteve notas elevadas quanto a maciez; no entanto o pior índice para coloração foi obtida nesta semana, o que pode ser justificado já que, a sua cor é mais escura quando comparada as outras devido ao processo osmótico prolongado (5 horas), 1 hora a mais, ocorrendo possivelmente uma reação de escurecimento, o que ocasionou a perda da coloração amarela presente no fruto de manga *in natura*. As melhores notas foram obtidas na última semana segundo a maior parte dos avaliadores, pois ao comparar a quantidade de avaliadores que se encontram nas classes do gráfico Hits que foi de 36, observa-se que estas classes estão localizadas na parte superior e inferior direito obtendo maiores valores as classes de 11 e 12 julgadores, ou seja, o melhor tempo de consumo da manga CUBO1h foi com 30 dias após o processamento, isso mostra que as características sensoriais dessa amostra melhoraram com o tempo. Percebe-se de acordo com as notas fornecidas pelos avaliadores que a manga CUBO1h apresentou na semana 5 os melhores resultados e que foi mais aceita para todos os atributos incluindo a atitude de consumo da mesma.

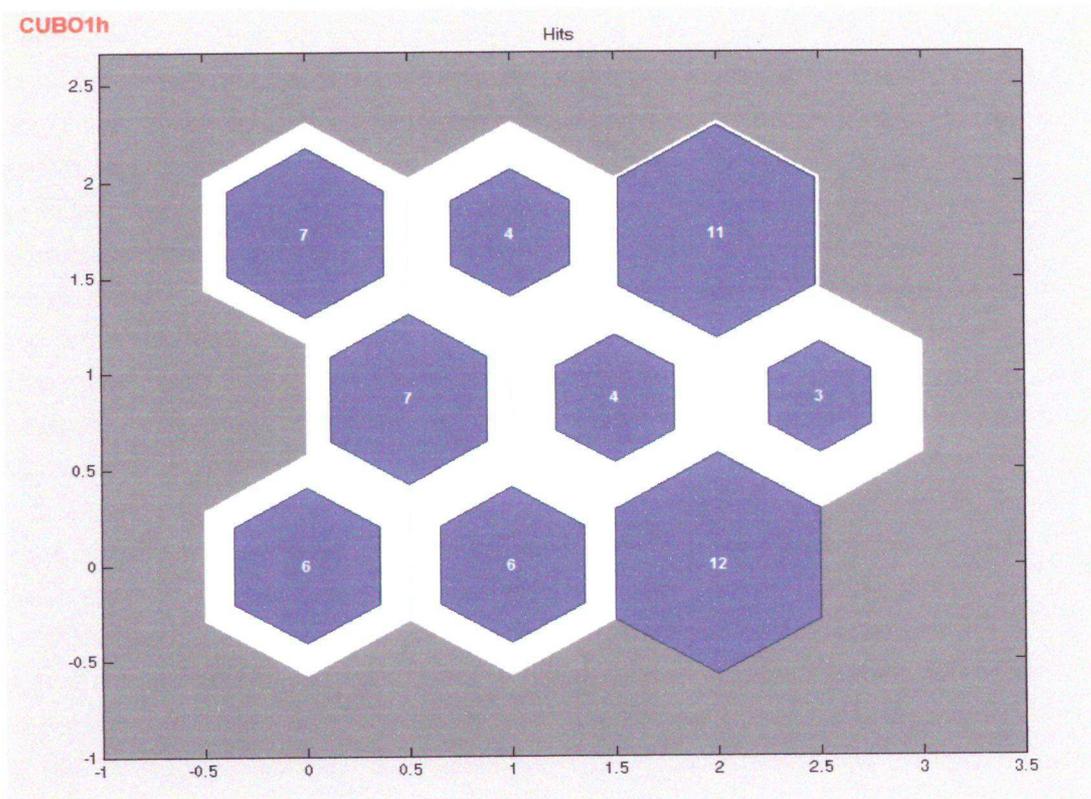


Figura 11: Gráfico Hits para a amostra CUBO1h, expressa os resultados dos provedores para cada classe. *Fonte: Autoria própria.*

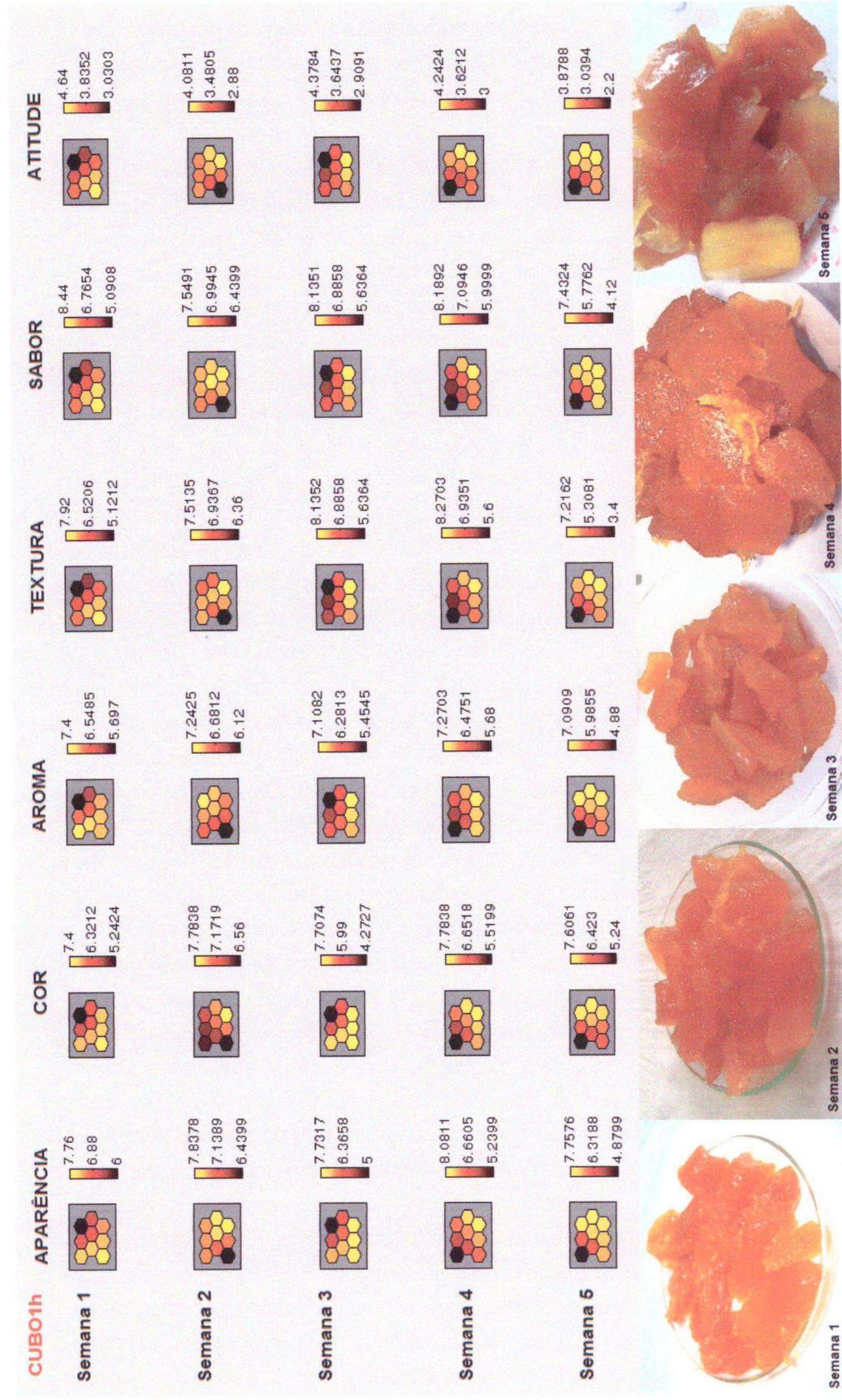


Figura 12: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e atitude dos provadores para a amostra CUBO1h de manga osmoticamente desidratada. *Fonte: Autoria própria.*

Interpretando os resultados da amostra PALITO, visualizados na Figura 13 e 14, verificou-se que para a semana 1 o sabor foi o atributo que mais influenciou na decisão dos julgadores quanto ao consumo da manga, as notas atribuídas ao aroma foram melhores na semana 1 quando confrontadas com as outras semanas. Na semana 2 o sabor apresentou os melhores valores quando correlacionados com as demais semanas, levando-se em consideração que a classe no gráfico Hits de maior influência sobre os resultados encontra-se na parte inferior direita exibindo 10 julgadores para essa classe. Já na terceira semana quando comparada com as outras semanas, de forma geral, foi a que obteve os melhores índices, sendo assim, podemos ressaltar que a melhor semana para o consumo da manga na forma de PALITO acontece nesta semana, isso de acordo com os avaliadores desse estudo. Quanto a aparência a semana 3 foi a preferida dos provadores quanto a este atributo, provavelmente devido a amostra apresentar similaridade com a forma da batata frita um alimento muito consumido pelos provadores, sendo este o parâmetro que mais influenciou na atitude de consumo. A quarta semana demonstrou baixos índices para a textura, o que possivelmente influenciou nessa decisão foi que a amostra PALITO apresentou uma menor espessura, caracterizando-se muito firme, pois durante a secagem, facilitada pela sua geometria, o ar conseguiu penetrar mais facilmente no interior da amostra e a mesma perdeu maior percentagem de água. Levando-se em consideração a classe que apresentou o número de provadores e seus vizinhos que representam maior parte dos julgamentos com 34 deles, percebeu-se que todos os atributos contribuíram para uma atitude de consumo com valores muito baixos como visualiza-se na Figura 14.

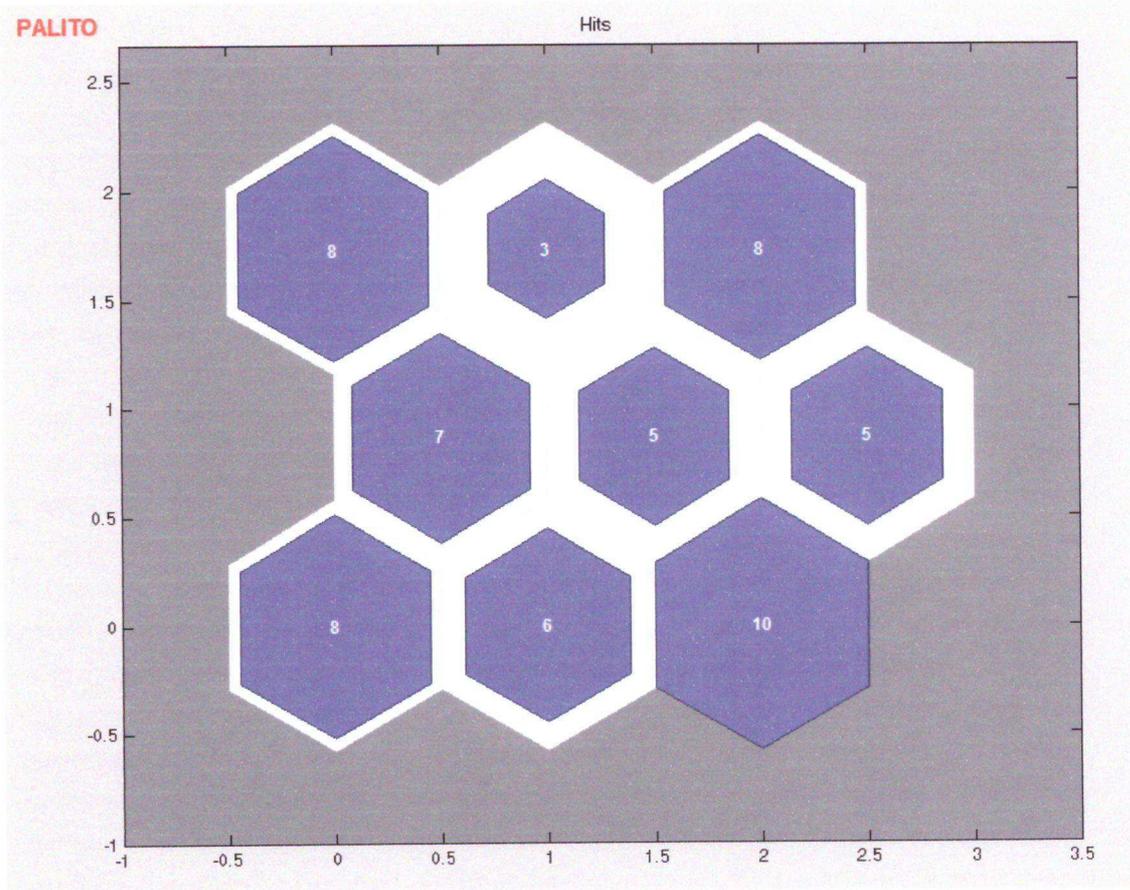


Figura 13: Gráfico Hits para a amostra PALITO, expressa os resultados dos provedores para cada classe. *Fonte: Autoria própria.*



Figura 14: Planos dos componentes obtidos pelo modelo SOM para dados de tempo (semanas), atributos sensoriais e atitude dos provadores para a amostra PALITO de manga osmoticamente desidratada. *Fonte: Autoria própria.*

5 CONCLUSÃO

Em virtude do exposto, pode-se ressaltar que a aceitação sensorial da manga osmoticamente desidratada na forma CUBO1h apresentou melhores resultados que as amostras PALITO e CUBO. Isso aconteceu devido à amostra PALITO apresentar-se mais firme e seca, e também devido a amostra CUBO possuir características parecidas com a fruta *In natura*, o que causou uma menor aceitação do produto ao ser degustado, o que não ocorreu com a amostra CUBO1h, que apresentou mais macia que as demais.

Considerando o estudo realizado notou-se que a forma de apresentação das amostras influenciou nos atributos sensoriais e nesse caso na forma de secagem das mesmas.

E ainda, que o estudo da Análise Sensorial juntamente com as Redes Neurais Artificiais poderá colaborar com o avanço tecnológico durante as pesquisas realizadas pelas indústrias e pelos acadêmicos na busca de produtos cada vez mais elaborados e exatamente de acordo com a preferência do consumidor, porém é necessário mais estudo para aprimorar cada vez mais o método.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEISINGH, A. K.; STONE, D. C.; THOMPSON, M. **Applications of electronic noses and tongues in food analysis**. International Journal of Food Science & Technology, v. 39, n. 6, p. 587-604, June 2004.

FARIAS C. A. S. de; CARNEIRO, T. C.; LOURENÇOS, A. M. G. **Mapas auto-organizáveis para modelagem chuva-vazão**. XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2012.

GONÇALVES, C.E. **Exportações Agroindustriais Brasileiras: valor industrial X valor de mercado**. Informações FIPE, outubro, 2002.

GONÇALVES, M.; LEMES, M. R.; JUNIOR, A. D. P.; **Redes Neurais Artificiais - Noções Básicas**. Publicado na revista Psychiatry on line Brasil, vol 10 – nº 2. Fevereiro, 2005.

GARCÍA, H. L.; GONZÁLEZ, I. M. (2004). “*Self-organizing map and clustering for wastewater treatment monitoring*”. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 17, n. 3, 215–225, doi: 10.1016/j.engappai.2004.03.004.

MATTOSO, L. H. C. **Desenvolvimento de sensores poliméricos para aplicações na agroindústria e meio ambiente**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. 33 p. 2001.

VLASOV, Y.; LEGIN, A.; RUDNITSKAYA, A. **Electronic tongues and their analytical application**. Analytical and Bioanalytical Chemistry, v. 373, n. 3, p. 136-146, June 2002.

VIEIRA, R.C; ROISENBERG, M., **Redes Neurais Artificiais: Um Breve Tutorial**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis –SC, 2004.

CONCLUSÃO GERAL

A pesquisa sensorial permite identificar as informações sobre as expectativas e satisfação dos consumidores favorecendo a indústria de alimentos, pois atua como uma importante ferramenta útil para estudar os fatores relacionados a produto, embalagem e outras informações que visam quantificar ou compreender as relações de consumo. Portanto, seja no procedimento para a tomada de decisão no processo de inovação, desenvolvimento ou geração de novos produtos, a pesquisa permite expressar o comportamento, desejo ou necessidades dos consumidores e tornar possível mensurar a aceitação de determinado produto.

Neste trabalho, procurou-se fazer uma introdução das Redes Neurais Artificiais uma complexa teoria que envolve a aplicação de um método computacional que não pode ser visto como um empecilho à sua utilização em análise sensorial. Pelo contrário, as RNAs podem ser vistas como uma ferramenta alternativa às técnicas convencionais de análises de dados sensoriais, sendo de rápida implementação. Não se pode negar que existem muitas possibilidades de utilização dessa técnica em análise sensorial e que o estudo das RNAs em consumidores é importante principalmente na utilização da pesquisa de mercado e na obtenção de dados por meio de consumidores, mostrando-se um conceito emergente na resolução de problemas sensoriais.

APÊNDICE

APÊNDICE A: Ficha de Avaliação Sensorial de Manga Osmoticamente Desidratada

Nome: _____ Data: _____ Idade: _____ Sexo: _____

INSTRUÇÕES:

- Você está recebendo 3 amostras de manga osmoticamente desidratada com formas diferentes.
- Duas na forma de Cubo e outra na forma de Palito.
- Primeiramente observe e, em seguida, prove cuidadosamente as amostras, avaliando de acordo com a escala hedônica correspondente para cada atributo.

9. Gostei extremamente
8. Gostei muito
7. Gostei moderadamente
6. Gostei ligeiramente
5. Não gostei nem desgostei
4. Desgostei ligeiramente
3. Desgostei moderadamente
2. Desgostei muito
1. Desgostei extremamente

	AMOSTRA 586	AMOSTRA 943	AMOSTRA 712
APARÊNCIA			
COR			
AROMA			
TEXTURA			
SABOR			

➤ Marque a resposta que melhor corresponde ao seu julgamento (**atitude**)

5. Comería isto sempre que tivesse oportunidade
4. Comería isto frequentemente
3. Comería isto se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isto
2. Raramente comería isto
1. Só comería isto se fosse forçado

	AMOSTRA 586	AMOSTRA 943	AMOSTRA 712
ATITUDE			

Você acredita que a forma das amostras influencia o sabor do produto?

SIM () Não ()

Observações:

Obrigada pela sua colaboração!

ANEXO

ANEXO A: Modelo de Ficha de Identificação de Gostos Básicos.

Prova de Identificação de Gostos Básicos

Nome: _____ Data: ___/___/___

O grupo de amostras é composto por soluções de gostos primários (amargo, ácido, doce, salgado e umami). Identifique em cada amostra o gosto primário presente, marcando na segunda coluna o gosto percebido. Enxágue a boca entre cada amostra e espere 30 segundos para provar as seguintes.

Amostra	Gosto
A	
B	
C	
D	
E	

Fonte: BRASIL, 2008.

ANEXO B: Modelo de Ficha de Identificação de Odores.

Prova de Identificação de Odores

Nome: _____ Data: ___/___/___

As amostras são produtos com odores característicos. Identifique em cada amostra o odor característico presente.

Amostra	Odor

Fonte: BRASIL, 2008.

ANEXO C: Modelo de ficha de seleção de Textura.

ORDENAÇÃO – Para seleção de TEXTURA

Nome: _____ Data: ___/___/___

Por favor, ordene as amostras de acordo com a dureza (força requerida para romper um alimento entre os dentes molares).

Ordenar a amostra menos dura como a primeira e a mais dura como a última.

Primeira

Segunda

Terceira

Quarta

Quinta

Fonte: ABNT, NBR 13170 / 1994.

ANEXO D: Modelo de ficha para aplicação do Teste Duo- Trio

FICHA DE APLICAÇÃO DO TESTE DUO-TRIO

Nome: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo uma amostra padrão (P) e duas amostras codificadas. Uma amostra codificada é igual a padrão e outra diferente do padrão, primeiramente prove a amostra padrão (P) e então prove as amostras codificadas da esquerda para direita.

Identifique com um circulo, a amostra codificada que for igual a padrão.

698

315

Fonte: ABNT, NBR 13169, 1994.

ANEXO E: Modelo de ficha para aplicação do teste de Ordenação

FICHA DE APLICAÇÃO DO TESTE DE ORDENAÇÃO		
Nome: _____		Data: ___/___/___
Você está recebendo três amostras codificadas. Avalie cada uma, colocando-se em ordem crescente de intensidade de doçura.		
_____	_____	_____
Primeira	Segunda	Terceira

Fonte: ABNT, NBR 13170 / 1994.

ANEXO F: Modelo de ficha para o método de Rede.

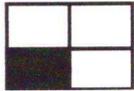
Nome: _____		Data: ___/___/___
Você está recebendo três amostras de manga osmoticamente desidratada. Por favor, avalie as amostras e indique em que elas são iguais ou diferentes.		
Amostras: _____	e	_____
Similaridades		Diferenças

Fonte: BRASIL, 2008.

ANEXO G: Modelo de Ficha de Proporção

Nome: _____ Data: __/__/__

Por favor represente nas linhas a seguir, marcando um traço vertical, a proporção das áreas que estão escurecidas nas figuras. Exemplos:



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda

Questões:



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda



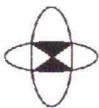
Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda