

ROSELENE FERREIRA OLIVEIRA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE GOIABAS MINIMAMENTE
PROCESSADAS E ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2012**

ROSELENE FERREIRA OLIVEIRA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE GOIABAS MINIMAMENTE
PROCESSADAS E ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia na área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2012**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado iluminando o meu caminho e me ajudando em cada momento de dificuldade, que me concedeu vida, saúde e coragem para realização deste trabalho;

À Universidade Estadual de Maringá – UEM, ao Programa de pós-graduação em Agronomia - PGA pela oportunidade de realização do curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo;

Ao professor Dr. Edmar Clemente, pela orientação e apoio;

Aos professores e Funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM, pela ajuda, incentivo e sugestões;

À professora Dr. Lia Mara Moterle, pela ajuda nos cálculos estatísticos;

Em especial ao Davi, meu esposo e minhas filhas, Bruna e Camila, pelo carinho e compreensão durante o período de realização deste estudo;

Aos meus pais Wilson e Idazima, pelos conselhos, apoio, amor e compreensão;

A todos os meus familiares, que sempre me apoiaram nesta jornada;

Aos amigos do grupo de pesquisa, pelo apoio, dicas e ajudas;

A minha amiga Simone C. M. Favarão, pela sinceridade nas palavras, e amizade que aumentou a cada dia;

Aos amigos e colegas, que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Roselene Ferreira Oliveira, filha de Wilson Ferreira e Idazima Maciel Ferreira, nasceu em 07 de julho de 1979, na cidade de Pitanga, Paraná.

Concluiu o curso de Tecnologia em Processamento de Alimentos Vegetais em 12 de outubro de 2009, recebendo a outorga de grau Tecnóloga em Processamento de Alimentos Vegetais, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Campo Mourão. O trabalho de conclusão de curso foi intitulado “Obtenção de ácido láctico a partir de melaço de cana-de-açúcar e farinha de varredura”, orientado pela professora Dra. Mirela Vanin dos Santos Lima.

Durante a graduação, desenvolveu dois projetos de iniciação científica, sendo: 1º projeto: vinculado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, intitulado "Obtenção de ácido láctico por fermentação de melaço de cana-de-açúcar e amido hidrolisado e suplementado", concluído no ano de 2008;

2º projeto: vinculado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR e Empresa de Biotecnologia - Ltda (Clean-up), intitulada "Desenvolvimento de tecnologia para produção de leitora e indicador biológico de resposta rápida", concluído no ano de 2009.

Em março de 2010, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vii
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cultura da goiabeira	3
2.2 Produção de goiaba no Brasil	5
2.3 Importância da goiaba.....	6
2.4 Processamento mínimo de frutas e vegetais	7
2.5 Condições de armazenamento de frutas e hortaliças	9
2.6 Processamento mínimo de goiaba.....	10
2.7 Desidratação osmótica.....	12
2.7.1 Concentração da solução osmótica	14
2.7.2 Temperatura utilizada em processo de desidratação osmótica	14
2.7.3 Agitação do sistema de desidratação osmótica	16
2.7.4 Tempo de imersão	16
2.7.5 Geometria do fruto	17
2.8 Secagem de produto osmoticamente desidratado	17
2.9 Qualidade dos produtos desidratados por osmose e secagem	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Planejamento experimental.....	26
3.1.2 Obtenção da matéria-prima	26
3.1.3 Embalagem utilizada para o armazenamento dos frutos	26
3.1.4 Solução desidratante	27
3.1.5 Agente sanitizante	27
3.2 Preparo da matéria prima	27
3.3 Análises físico-químicas.....	28
3.3.1 pH	28
3.3.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)	29
3.3.3 Acidez Total Titulável (ATT).....	29
3.3.4 Relação de sólidos solúveis/ acidez total titulável (ratio)	30
3.3.5 Vitamina C	30

3.3.6 Determinação de açúcares redutores (AR) e açúcares totais (ART)	31
3.3.7 Perda de Massa	32
3.3.8 Antocianinas	32
3.3.9 Umidade	33
3.3.10 Determinação de cinzas	34
3.3.11 Determinação da cor	34
3.4 Análise Estatística	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiaba do tratamento controle	36
4.2 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado (OD)	46
4.3 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiabas pré-desidratadas e secas em estufa (ODseco)	56
4.4 Comparação entre as características físico-químicas dos tratamentos: Controle, OD e ODseco	64
5 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	70

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 : Cultivares e variedade de goiaba de polpa vermelha e polpa branca disponível no Brasil, segundo Agromillora Taperão (2010) 11
- Tabela 2: Análise de regressão com equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a^* , L^* , b^* , c^* e h^* de frutos de goiaba do tratamento controle..... 36
- Tabela 3: Análise de regressão com equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a^* , L^* , b^* , c^* e h^* de frutos de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado 47
- Tabela 4: Análise de regressão com a equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a^* , L^* , b^* , c^* e h^* de frutos de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado e seco 56
- Tabela 5: Análise de regressão com a equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores (AR), açúcares totais (ART), antocianina, perda de massa, umidade, cores a^* , L^* , b^* , c^* e h^* de goiaba “in natura”, osmoticamente desidratado e osmoticamente desidratado e seco 65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Goiabas ' <i>Psidium guajava</i> L.' variedade (PALUMA).....	3
Figura 2: Transferência de massa durante o processo de desidratação osmótica (TAIZ E ZEIGER , 2004).	13
Figura 3: Diagrama de secagem.	18
Figura 4: Representação de cor pelo sistema CIELAB (HUTCHINGS, 1994). 25	
Figura 5: Concentração de antocianina ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de extrato) da goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.....	41
Figura 6: Porcentagem (%) de cinzas da goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.	43
Figura 7: Parâmetro L^* representativo da luminosidade das fatias de goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.....	44
Figura 8: Parâmetro b^* representativo da cor amarela das fatias da goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.....	45
Figura 9: Acidez total titulável (% de ácido cítrico) da goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratada, em função dos dias de armazenamento.	49
Figura 10: Parâmetro a^* representativo da cor vermelha da goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratada, em função dos dias de armazenamento.	53
Figura 11: Parâmetro c^* representativo do croma das fatias de goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratadas, em função dos dias de armazenamento.....	55
Figura 12: pH das fatias de goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.	57
Figura 13: Acidez total titulável (% de ácido cítrico) das fatias de goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.....	58
Figura 14: Parâmetro a^* representativo da cor vermelha das fatias de goiaba 'Paluma'; osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.....	62

RESUMO

OLIVEIRA, Roselene Ferreira, M.Sc. Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2012. **Características físico-químicas de goiabas minimamente processadas e armazenadas sob refrigeração.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente.

A goiaba (*Psidium guajava*, L.) é um dos frutos de maior importância nas regiões subtropicais e tropicais, devido ao seu altíssimo consumo “*in natura*” e seu alto valor nutritivo. No mercado brasileiro, as goiabas de polpa vermelha correspondem a, pelo menos, 75% da preferência do consumidor, sendo condição indispensável ao aproveitamento industrial na fabricação de goiabadas, goiabas em calda, sorvetes e polpa concentrada. O processamento mínimo de frutos tem como objetivo fornecer um produto com características semelhante ao produto fresco e sem perder suas qualidades nutricionais. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas das fatias de goiaba (*Psidium guajava* L.) cultivar ‘PALUMA’ submetidas ao processamento mínimo, desidratação osmótica, secagem em estufa e armazenamento sob refrigeração de 5°C. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e as análises de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, Ratio, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, umidade, perda de massa, cor e cinza foram feitas em triplicatas. Os resultados das características físico químicas das goiabas dos tratamentos OD e ODseco mostraram que houve redução significativa do conteúdo de umidade e acréscimo do conteúdo de sólidos solúveis das amostras, proporcionando um período de vida útil de 21 dias de armazenamento para as goiabas do tratamento OD e de 24 dias para as goiabas do tratamento ODseco. Nas condições deste estudo, a desidratação osmótica seguido de secagem foi considerada o melhor tratamento pré-armazenamento das fatias de goiabas, pois prolongou a vida útil dos mesmos resultando num produto mais estável e com característica físico-química semelhante às amostras frescas.

Palavras-chave: Conservação, osmoticamente desidratado, parâmetros químicos, secagem.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Roselene Ferreira, M.Sc. **State University of Maringá, in February 2012. Physico-chemical characteristics of guavas minimally processed and stored under refrigeration.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente.

Guava (*Psidium guajava*, L.) is one of the most important fruit in tropical and subtropical regions due to its very high consumption "fresh" and its high nutritional value. In the Brazilian market, the red guava pulp correspond to at least 75% of consumer preference is a necessary precondition to industrial use in the manufacture of guava paste, guava in syrup, ice cream and concentrated pulp. Minimal processing of fruits aims to provide a product with characteristics similar to fresh and without losing its nutritional qualities. This work aimed to evaluate the physico-chemical properties of slices of guava (*Psidium guajava* L.) cultivars 'Paluma' subjected to minimal processing, osmotic dehydration, kiln drying and storage under refrigeration 5°C. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates and the analyzes of pH, soluble solids, titratable acidity, vitamin C, ratio, reducing sugars, total sugars, anthocyanins, humidity, weight loss, color and gray were made in triplicate . The results of the physicochemical characteristics of guavas and ODseco OD treatments showed that there was significant reduction in moisture content and increase in soluble solids content of the samples provide a useful life of 21 days of storage treatment for guavas and OD 24 days of treatment for guavas ODseco. In this study the osmotic dehydration followed by drying was the best storage pre-treatment of the slices of guava, as prolonged the life of the same resulting in more stable product and physico-chemical characteristic similar to fresh samples.

Keywords: Conservation, osmotically dehydrated, chemical parameters, drying.

1 INTRODUÇÃO

Nos centros de produção há grandes perdas de frutas e hortaliças de regiões de climas tropicais e temperados, pela falta de conhecimentos de técnicas eficientes de processamento que assegurem um tempo maior de conservação. Entre as frutas não processadas e bastante perecíveis pode-se citar a goiaba, cujo intenso metabolismo durante o amadurecimento acelera o processo de senescência afetando a qualidade do fruto (LACERDA et al., 2004).

A alta perecibilidade e sensibilidade desse fruto, junto aos manejos inadequados na colheita, na pós-colheita e transporte, têm-se tornado problemas constantes frente à qualidade do fruto “in natura”, tanto na exportação como no mercado interno, limitando ainda mais o período de comercialização. Em estudo com manga ‘Tomy Aktins’, verificaram que a aparência dos frutos foi comprometida devido à falta de cuidados especiais desde o manejo na lavoura, modo de colheita, transporte dos frutos em caminhões, na embalagem em caixas de madeira até os frutos serem colocados nas prateleiras dos supermercados e comercializados, em temperatura ambiente, prejudicando ainda mais a sua aparência (XAVIER et al., 2009).

Das perdas pós-colheitas de frutos tropicais no Brasil estima-se que este valor chegue até a 40% em algumas regiões do Nordeste (LACERDA et al., 2004; TAVARES, 2004), que leva a uma procura constante de métodos alternativos para minimizar essas perdas.

O hábito alimentar do brasileiro tem apresentado mudanças consideráveis nas últimas décadas. Assim, as pesquisas têm sido direcionadas na busca de métodos que proporcionem produtos com poucas alterações em suas características sensoriais e nutritivas, procurando gerar processos tecnológicos de baixo custo, baseados na combinação de fatores que proporcionem manter a qualidade dos produtos por período prolongado de tempo, por exemplo: alimentos de umidade intermediária que ofereçam produtos mais similares possíveis aos alimentos frescos.

No entanto, os produtos minimamente processados apresentam vida útil reduzida por causa do descascamento e corte, devido ao aceleração da taxa de respiração, produção de etileno, deterioração de textura e produção de compostos voláteis indesejáveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A desidratação osmótica vem sendo muito utilizada para agregar valor ao produto e também inibir o crescimento microbiano pela remoção da água livre. Tem-se apresentado como uma ferramenta tecnológica importante para o desenvolvimento de novos produtos (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001). O uso da desidratação osmótica, combinada ou não a outros processos (secagem), tem sido efetivo na redução do colapso estrutural de frutos delicados, mesmo quando se aplica, posteriormente, processos agressivos, como tratamento térmico (MARQUES et al., 2007).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o período de máxima conservação da qualidade físico-química da goiaba vermelha cultivar 'Paluma', submetida ao processamento mínimo, desidratação osmótica em sacarose à 60°Brix, secagem em estufa, armazenamento em embalagem PET e refrigeração de 5°C.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da goiabeira

A goiabeira pertence à família de plantas denominadas de mirtáceas (família Myrtaceae) e as diversas espécies de goiabeiras estão agrupadas no gênero *Psidium* (*Psidium guajava* L.). Os frutos são piriforme, apresentam casca lisa e amarelada, a cor da polpa é vermelha intensa, firme e possui espessura de 1,3cm a 2,0cm (PEREIRA e NACHTIGAL, 2002).



Figura 1: Goiabas '*Psidium guajava* L.' variedade (PALUMA).

O fruto da goiabeira, a goiaba, conhecido na Espanha e nos Estados Unidos por “guayabo” e “guava”, respectivamente, é uma baga, um fruto carnoso, e de forma arredondada ou ovalada, polpa de coloração branca ou avermelhada com numerosas pequenas sementes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Originária da América tropical e amplamente distribuída nas regiões das Antilhas e América do Sul, sendo facilmente encontrada em qualquer região do Brasil, adapta-se a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos para o consumo na forma “in natura” ou processada na indústria (RISTERUCCI et al., 2005; WATSON e DALLWITS, 2008).

A goiaba (*Psidium guajava*, L.) é um dos frutos de grande importância nas regiões subtropicais e tropicais, devido ao seu altíssimo consumo “in natura”, alto valor nutritivo e sua elevada aplicação industrial, como também

pela sua capacidade de se desenvolver em condições adversas de clima (GONGATTI et al., 1996).

A goiabeira é uma planta cujas flores podem ocorrer em botões isolados ou em grupos de dois ou três, dependendo do cultivar, mas sempre na parte abaxial das folhas. As inflorescências são do tipo dicásio; a gema lateral florífera do ramo desabrocha e uma inflorescência se desenvolve, trazendo um botão na extremidade do eixo. Este botão possui na base, duas brácteas opostas, onde podem aparecer dois botões floríferos laterais, formando um total de três flores (PEREIRA, 1995).

Durante a antese, as abelhas, principalmente a abelha doméstica (*Apis mellífera L.*) considerada o principal agente polinizador, ficam sobrevoando a goiabeira e investindo contra as pétalas, a fim de removê-las em busca do pólen (PEREIRA e MARTINEZ JR, 1986).

Estudos têm confirmado que a goiabeira produz frutos quando polinizada por agentes bióticos ou pelo vento, porém não alcança bons níveis de produtividade. A polinização cruzada é mais eficaz na produção em até 39,5% em relação à autopolinização, provavelmente devido aos fenômenos de auto-incompatibilidade. Tornou-se claro que a presença de agentes polinizadores nos pomares, especialmente das abelhas, devido ao comportamento de forrageamento delas, promovem a polinização cruzada (ALVES e FREITAS, 2007).

O pegamento dos frutos da goiabeira é da ordem de 20%, quando se considera a relação número de frutos colhidos/número de botões florais. A floração ocorre entre 71 e 84 dias após a poda e o aparecimento dos frutos ocorre por volta dos 90 dias (ARGANDOÑA, 2005). Para os cultivares 'Rica' e 'Paluma', são necessários cerca de 160 dias para que os botões florais recém-surgidos nos brotos se transformem em frutos maduros (PEREIRA e SÃO JOSÉ, 1987).

Na fruticultura brasileira a produção de goiaba se destaca com aproximadamente 297,377 mil toneladas por ano. O estado de São Paulo foi responsável pela produção de 79,705 toneladas de goiabas comercializadas no País em 2009 (CENSO AGROPECUÁRIO, 2011).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba juntamente com a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela (CHOODBURY, 2001). Dentre as frutas tropicais brasileiras, a produção de goiaba coloca o Brasil na posição de maior produtor, principalmente de goiabas vermelhas (FRANCISCO et al., 2010), com índice de exportação registrado em 2007 em torno de 223,593Kg de goiaba para o mercado de frutos “in natura” (AGRINUAL, 2008 e PALHARINI et al., 2011). No ano seguinte, em 2008, quanto à exportação brasileira de frutas, a goiaba ocupou o 24^o lugar no *ranking* mundial em valor comercializado, atingindo o patamar de US\$418 mil (MDIC/SECEX, 2009).

Mesmo assim, o mercado brasileiro de goiabas ainda é dependente do mercado nacional decorrente principalmente da alta perecibilidade pós-colheita dos frutos, exigindo exportação apenas por via aérea. Isto produz um elevado custo com acondicionamento e transporte para mercado internacional (CHOODBURY, 2001; LIMA, 2004).

2.2 Produção de goiaba no Brasil

A época de produção de goiaba, no Brasil, encontra-se entre janeiro e março, com pico em fevereiro, porém, através da poda e irrigação é possível a colheita ao longo do ano todo. O Brasil apresenta imensas áreas de clima e solo favoráveis à produção comercial da goiabeira, sendo esse aspecto importante, não apenas pelo valor nutritivo da fruta, mas também pela perspectiva que representa no incremento da produção agrícola, na ampliação da atividade industrial e no potencial de exportação. A goiabeira é cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão, destacando-se o Estado de São Paulo como o maior produtor (HOJO et al., 2007; AGRIANUAL, 2005).

Para a industrialização de goiaba, o formato não é considerado, mas as cultivares deve produzir frutos de tamanho médio; a coloração da polpa deve ser preferencialmente a vermelha, porém é aceita a rosada; mesocarpo espesso e não muito aquosa; com pouca semente; e os frutos devem conter elevada acidez em torno de 0,35% a 0,63% de ácido cítrico, 8,0% a 12,0% de sólidos solúveis totais e pH de 3,8 a 4,3 (LIMA et al., 2002).

2.3 Importância da goiaba

A goiaba é um fruto de destaque em relação à qualidade nutricional, sabor e aroma agradável. Dependendo da variedade da goiabeira são encontrados frutos doces, suaves e até adstringentes (YAN et al., 2006).

A goiaba é um fruto climatérico, com altas taxas de respiração e vida útil de até quatro dias após a colheita, dependendo das condições de armazenamento. É de excelente aceitação para o consumo “in natura”, mas devido a sua perecibilidade é limitado o período de transporte e armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005; NETO, 2008).

A qualidade da goiaba para o consumo “in natura” está relacionada aos seus atributos físicos (aparência, tamanho, forma, coloração, firmeza) e composição química, responsável pelo sabor e aroma como quantidade regular de ácidos, açúcares e pectinas, além de taninos, flavonóides, óleos essenciais, alcoóis sesquiterpenoides e ácidos triterpenoides (JIMENEZ et al., 2001).

Para o consumidor, a cor da polpa é considerada um atributo de extrema importância, pois o aspecto visual tem grande influência na intenção de compra. Para o consumo “in natura”, é preferível o fruto grande de casca variando da cor verde pálido ao amarelo, dependendo do ponto de maturação, com ausência de manchas ou lesões e de polpa vermelha (LIMA, 2005).

A coloração dos frutos também é um importante atributo de qualidade por influenciar a preferência do consumidor pela boa aparência. Durante o amadurecimento, os frutos sofrem alterações na cor, principalmente, da casca. As mudanças de coloração ocorrem principalmente pela degradação da clorofila, como também da síntese de pigmentos como antocianinas e carotenóides. A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, ação das clorofilases e aumento dos processos oxidativos. A coloração da goiaba é devida à presença de pigmentos como clorofila, caroteno, xantofila e licopeno (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De um modo geral, o amadurecimento dos frutos é acompanhado por uma série de processos físicos e bioquímicos, que resultam em síntese e degradação de pigmentos, conversão de amido em açúcares, perda na firmeza, produção de voláteis e aumento na respiração (BASHIR et al., 2003).

Durante o amadurecimento, as enzimas e possivelmente os genes ou uma família de genes específicos regulam os processos que ocorrem durante o amadurecimento (LAZAN e ALI, 1993).

A qualidade dos frutos também está relacionada com a firmeza, pois contribui para o consumo “in natura”. A firmeza é definida pelo estágio de maturação, condições climáticas durante o período de colheita e cultivar variando de acordo com o processo de maturação do fruto. A redução da firmeza no fruto durante o amadurecimento tem ocasionado degradação da parede celular (LINHARES et al., 2007), devido à atividade enzimáticas de hidrolases, como a pectinametilesterase e a poligalacturonase (VILAS et al., 2009).

A mudança de textura dos frutos e hortaliças ocorre principalmente devido às substâncias pécticas. Em frutos imaturos, os grupos carboxílicos ácidos encontram-se ligados ao cálcio, formando o pectato de cálcio, ou seja, a protopectina. Com o amadurecimento ou durante o armazenamento de frutos e hortaliças, ocorre a liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, ocasionando modificação da textura e amaciamento dos tecidos em decorrência da redução da força de coesão entre as células. Além disso, em função da redução das forças coesivas que mantém as células unidas, ocorre a decomposição da protopectina, celulose, hemicelulose e amido, favorecendo o fenômeno que contribuem para a degradação das paredes celulares (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A perda de massa pode ser ocasionada principalmente pela transpiração dos frutos. Isto ocasiona murchamento, modificação de textura, na composição química e aparência do produto, influenciando diretamente a qualidade comercial. A massa dos frutos é considerada um atributo de qualidade, que na comercialização é utilizado como padrão de classificação (PINTO, 2005).

2.4 Processamento mínimo de frutas e vegetais

Os novos estilos de vida da população têm influenciado na procura de produtos minimamente processados, com características semelhantes aos

produtos frescos e contendo apenas ingredientes naturais. O mercado de minimamente processado tem crescido constantemente e os consumidores estão cada vez mais conscientes e exigentes quanto à qualidade dos produtos (PALHARINI e JACOMINO, 2011).

No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças apresenta-se como um nicho de mercado em crescimento e consolidação para um perfil específico de consumidor. É um produto com maior valor agregado quando comparado às frutas e hortaliças “in natura” e menor índice de perda pós-colheita (EMATER, 2007).

Os produtos minimamente processados podem ser definidos como frutas e vegetais, ou a combinação desses, desde que tenham sido submetidos a algum tipo de modificação a partir de sua forma natural, mas que mantenham a qualidade semelhante a do produto fresco (IFPA, 2005). Devem apresentar atributos de qualidade, como o frescor, aroma, cor e sabor, mantendo o máximo de suas características nutritivas e sensoriais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Independente do tipo de produto, frutos ou vegetais para obtenção de minimamente processado envolve várias etapas de manipulação. O produto é selecionado, lavado, descascado e cortado; em seguida, passa pelo processo de centrifugação, resultando num produto 100% aproveitável que, posteriormente, é embalado ou pré-embalado e armazenado (PAULA et al., 2009).

Os frutos ou vegetais após serem processados não apresentam as mesmas respostas fisiológicas inerente ao produto não alterado e inteiro, em relação ao meio ambiente e às condições da embalagem (FANTUSI et al., 2004). São mais sensíveis às alterações químicas e bioquímicas quando comparados com os produtos íntegros. Os produtos ao serem submetido ao processamento mínimo, devido ao corte e o manuseio excessivo sofre alterações no tecido protetor, a casca, que promove o efeito barreira física contra invasão microbiana. O manuseio excessivo e os corte dos tecidos do produto são considerado como os principais fatores que tornam o produto suscetível à contaminação microbiana (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os produtos minimamente processados são também altamente perecíveis devido à exposição de seus tecidos internos, que causa aceleração do metabolismo, como o aumento na respiração e produção de etileno, podendo ocorrer escurecimento enzimático, oxidação de lipídios ou aumento na perda de água, decorrente a referida alteração física do produto (JACOMINO et al., 2004; CHITARRA, 2005). A relação, tecido injuriado e aceleração no metabolismo, contribue grandemente para a perda de qualidade do produto, reduzindo sua vida de prateleira e inviabilizando o consumo (DELIZA, 2000).

Para assegurar a qualidade dos produtos minimamente processado, têm-se realizados vários estudos relacionando a refrigeração (MARRERO e KADER, 2006), atmosfera modificada (SIRO et al., 2006), tratamentos químicos (ESWARANANDAM et al., 2006), películas comestíveis (SPOTO, 2007) e a radiação gama (LAFORTUNE et al., 2005) como métodos de conservação da qualidade e aumento da vida útil de produtos minimamente processados, auxiliando na resistência ao transporte e ao ataque de microrganismo.

2.5 Condições de armazenamento de frutas e hortaliças

O tempo de vida pós-colheita de frutas e hortaliças está diretamente relacionado à temperatura de armazenamento do produto. O uso de baixa temperatura durante o preparo, conservação e comercialização são fundamentais para prolongar ao máximo sua vida de prateleira, sem perda de qualidade e sem riscos para a saúde do consumidor (SOUZA et al., 2009).

O armazenamento refrigerado tem importante papel na conservação de alimentos, retardando as transformações provocadas por reações bioquímicas, intensificação do metabolismo e disseminação de bactérias e fungos (LANDGRAF, 2005). Figueirêdo et al. (2003) verificaram que a melhor temperatura para manutenção da qualidade em abacaxi minimamente processado foi de 5°C. Pereira et al. (2005) estudaram goiabas e concluíram que a temperatura de 5°C foi eficaz na conservação da qualidade físico-química e microbiológica dos frutos. Para abóbora, Silva et al. (2009)

constataram que, além da temperatura de 5°C, a embalagem de PVC também foi um fator determinante para a conservação do produto.

Estudos mostram que o armazenamento de alguns frutos como a manga, o mamão, a goiaba e o abacaxi minimamente processados é importante que seja realizado em temperaturas, entre 4°C e 7°C, sendo importante à manutenção dessa temperatura durante o transporte, o armazenamento e a comercialização (BASTOS, 2006).

A fim de reduzir a contaminação dos vegetais minimamente processados, deve-se fazer a remoção de sujidades da superfície do produto com água de boa qualidade e lavar bem os equipamentos assim como os utensílios utilizáveis no processamento de forma a evitar a contaminação cruzada, e reduzir a carga microbiana inicial e, conseqüentemente, a população de patógenos (LANDGRAF, 2005; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Geralmente é realizada a sanificação de vegetais utilizando-se compostos de cloro e ácidos orgânicos. É uma etapa a qual deve ser realizada antes do descascamento do fruto e também como uma operação de sanitização da polpa do fruto, pois é uma etapa considerada essencial no que diz respeito à segurança microbiológica do produto minimamente processado (ANTONIOLLI et al., 2005). Os vegetais minimamente processados devem seguir rigidamente a sequência do processamento após serem cortados e lavados, como por exemplo, serem imersos em soluções contendo sanificante.

Os vegetais minimamente processados depois de sanificados são geralmente comercializados embalados em sacos plásticos, atmosfera modificada, vácuo, bandejas plásticas ou de isopor. A vida útil preconizada pelas empresas é de 2 a 4 dias para frutas e 5 a 10 dias para os demais vegetais (PILON, 2007).

2.6 Processamento mínimo de goiaba

O processamento mínimo de goiabas vem buscando associar variedades de goiabas de polpa branca com as de polpa vermelha como uma forma de tornar a fruta mais atrativa e competitiva, atingindo um nicho diferenciado do mercado consumidor (PALHARINI e JACOMINO, 2011).

Na tabela 1, apresentam-se as cultivares de goiaba disponíveis no Brasil, com um destaque para cultivar ‘Paluma’, que é considerada a mais difundida para industrialização, devido ao alto rendimento (produtividade da plantação), a concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH.

Tabela 1 : Cultivares e variedade de goiaba de polpa vermelha e polpa branca disponível no Brasil, segundo Agromillora Taperão (2010)

Variedade	Cultivar	Finalidade	Casca	Aroma
Polpa vermelha	Paluma	Indústria/mesa	Lisa	Acentuado
	Rica	Indústria	Lisa	Acentuado
	Pedro Sato	Mesa	Semi-rugosa	Médio
	Sassaoka ou Cascão	Mesa	Rugosa	Suave
	Ogawa III	Indústria/mesa	Semi-rugosa	Suave
Polpa branca	Kumagai	Mesa	Lisa	Suave

Fonte: Agromillora Taperão (2010)

De um modo geral, o consumo de goiaba “in natura” ainda é pequeno, pois mais da metade da goiaba produzida é utilizada na fabricação de doces, goiabadas, goiaba em calda, sorvetes, polpa concentrada e congelada, suco, geléias e outros. Uma das atividades agroindustrial importante é a obtenção de polpa de goiaba com objetivo de agregar valor econômico à fruta, evitar desperdício e minimizar sujidades que eventualmente ocorrem durante a comercialização do produto “in natura” (FURTADO et al., 2000). E, assim, o seu aproveitamento na forma de produto processado apresenta um grande potencial a ser utilizado.

2.7 Desidratação osmótica

A desidratação osmótica é um método de conservação utilizado para aumentar a disponibilidade de um produto para o consumo, ampliar a vida útil do produto através da redução da atividade fisiológica, microbiológica, reações enzimáticas e não enzimáticas, além da redução de volume, consequente diminuição de custos com embalagem, armazenamento e transporte, agregando valor ao produto (VASCONSCELOS, 2010). A água nos alimentos está relacionada diretamente com as reações de deterioração, bem como reações fisiológicas, tornando-se decisiva na qualidade e durabilidade dos produtos alimentícios (EL-AOUAR et al., 2006).

Ao escolher um determinado método de preservação de alimentos, tem-se como fator relevante a qualidade do produto, bem como o custo final. O processo de desidratação osmótica em frutos é uma alternativa de baixo custo, pois o Brasil produz grande variedade de frutas e também grande disponibilidade de açúcar proveniente da cana-de-açúcar (FAVA, 2004). Estas são vantagens competitivas bastante grandes em face do custo de produção da cana-de-açúcar ser inferior a de outros países, além do aproveitamento do bagaço e palha para geração de energia (PRADELLA, 2006).

A desidratação osmótica é uma técnica de redução de umidade que é realizada por imersão do produto em soluções de açúcar ou sal. O processo de desidratação ocorre devido à diferença de concentração entre o agente osmótico (açúcar ou sal) e a fruta. São criados dois fluxos simultâneos em contracorrente, a estrutura complexa da parede celular dos alimentos age como uma membrana semipermeável, a qual não é completamente seletiva, resultando em dois fluxos de transferência de massa em contracorrente: difusão de água do alimento para a solução e difusão do soluto da solução para o alimento, Figura 2a e 2b (DIONELO et al., 2007). Além disso, ocorre a lixiviação de compostos hidrossolúveis do alimento com a saída de alguns constituintes do produto (ácidos, pigmentos, vitaminas, açúcares, minerais, vitaminas, etc.), que, embora não tenham influência significativa na transferência de massa e seja insignificante aos dois fluxos principais, podem

modificar as propriedades sensoriais (aroma, cor, textura) e nutricionais (minerais e vitaminas) do produto final (QUEIROZ et al., 2008).

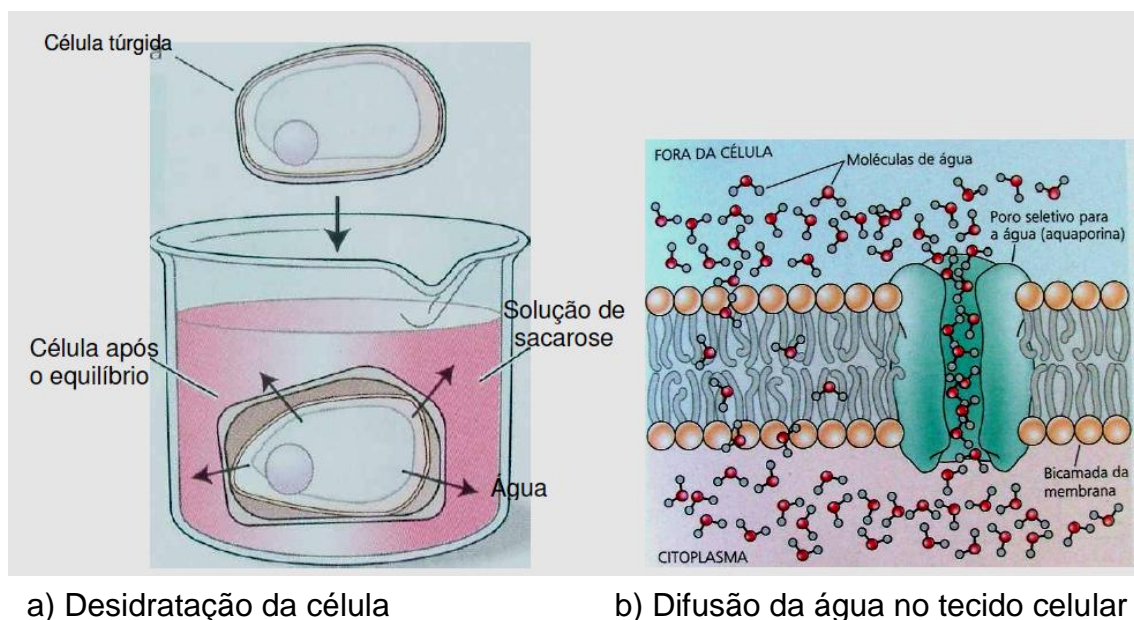


Figura 2: Transferência de massa durante o processo de desidratação osmótica (TAIZ E ZEIGER , 2004).

O fenômeno de transferência de massa entre o produto e o meio desidratante é estritamente afetado pela natureza do produto (espécie, variedade, nível de maturação, forma e tamanho, pré-tratamento) e pelas variáveis do processo como: composição/concentração do meio osmótico, relação solução/produto, agitação, temperatura, forma de contato e tempo de duração do processo (RASTOGI et al., 2000).

O xarope de sacarose utilizado durante o processo de desidratação osmótica deve ser reutilizado através da correção de desvios de concentração, adição de antimicrobianos, filtração e outros. Além disso, também pode ser reutilizada em fermentações, fabricação de vinagres etc. (ARGÃNDONA, 2005).

2.7.1 Concentração da solução osmótica

A solução osmótica mais concentrada proporciona maior perda de água com conseqüente acréscimo na perda de massa pela fruta.

As soluções osmóticas concentradas podem formar uma camada periférica concentrada de soluto, prevenindo o arraste de solutos hidrossolúveis, como o ácido ascórbico (RAOULTWACK, 1994). Mas, se utilizar soluções menos concentradas haverá maior perda de água do produto e maior ganho de soluto nas primeiras horas de desidratação estabilizando-se na continuidade do processo no momento que ocorrer o equilíbrio do sistema (DIONELLO et al., 2007).

A transferência de massa que ocorre no processo de desidratação osmótica é favorecida pelo uso de xaropes concentrados (SOUZA et al., 2004). Lima et al. (2004) verificaram que o aumento da concentração da solução de 55°Brix para 60°Brix e 65°Brix, na desidratação de melão, favoreceu a elevação na taxa de perda de água durante o processo, devido ao acréscimo na pressão osmótica no exterior da fruta.

Em pesquisas com acerola desidratada em solução de sacarose e água a 30% e 60% e em soluções contendo sacarose + cloreto de sódio + água, obteve-se os melhores resultados nas amostras submetidas a 60% de concentração de ambas as soluções (ALVES et al., 2005). Em estudos realizados com cubos de cenouras desidratadas com sacarose e sacarose combinado com cloreto de sódio, observou-se que a associação de sacarose e sal (cloreto de sódio) proporcionou menor incorporação de sólidos e maior perda de umidade, provavelmente pela formação de uma barreira de sacarose na interface alimento/xarope, impedindo a impregnação de cloreto de sódio, cuja ação reforça o incremento na diferença de pressão osmótica, aumentando o volume de umidade extraído (SINGH et al., 2007).

2.7.2 Temperatura utilizada em processo de desidratação osmótica

A temperatura utilizada na cinética do processo de desidratação osmótica é um parâmetro muito importante do ponto de vista que se faz

necessário impedir alterações indesejáveis ao produto. A temperatura é um fator de aumento de transferência de massa (perda de água e ganho de soluto), pois atua diretamente nas propriedades do tecido vegetal, influenciando na permeabilidade do soluto e da água, modificando as propriedades da solução e do produto final (ESCOBAR et al., 2007). Quanto mais alta a temperatura, maiores serão as perdas dos componentes nutricionais, alterações da cor e da estrutura do alimento, pois, enzimas responsáveis pelo metabolismo celular são inativadas tomando lugar reações que afetam a qualidade sensorial e nutricional do produto final (DHINGRA et al., 2008). Além disso, pode ocorrer a perda da permeabilidade seletiva resultando em uma maior impregnação do soluto no produto, que pode não ser desejável.

Dependendo da natureza do fruto, pode ser utilizada temperatura na faixa de 30°C a 90°C, porém, em alguns materiais vegetais, temperaturas acima de 55°C podem causar danos irreversíveis à integridade da membrana plasmática com favorecimento do escurecimento enzimático (ANDRADE et al., 2007). Estudos com abacaxi mostraram que o aumento da temperatura de 30°C para 50°C levam a modificação no tecido da fruta, favorecendo a impregnação e ganho de sólidos com conseqüente perda de água (RAMALLO e MASCHERONI, 2005). Ade-Omoware et al. (2002) realizaram pesquisa com pimentão desidratados osmoticamente, com xarope de sacarose e cloreto de sódio e verificaram que temperaturas acima de 45°C produziram elevação de incorporação de sólidos e perda de água no produto final. Isto é considerado, por alguns autores, como aspecto negativo ao produto, pois o acréscimo da temperatura pode diminuir o conteúdo de ácido ascórbico e carotenóides, influenciando negativamente no valor nutricional do produto resultante (VASCONSCÉLOS, 2010).

Para desidratação de goiabas, foi verificado que a melhor temperatura de desidratação está em torno de 40°C. Neste aspecto, para determinar a temperatura ótima do processo, são necessário conhecer a estrutura do tecido celular da fruta e as características das etapas de conservação do produto, mas, em geral, temperaturas acima de 40°C devem ser evitadas em alguns alimentos. (ARGANDOÑA, 2005).

2.7.3 Agitação do sistema de desidratação osmótica

A agitação realizada durante o processo de desidratação osmótica (OD) visa reduzir os efeitos da resistência externa à transferência de massa, pois diminui a viscosidade da solução (TONON et al., 2007). A agitação favorece a retirada de água do produto devido à força motriz da saída de água ser proporcional à diferença de pressão osmótica entre os meios e evita a formação de saturação de soluto em torno do alimento imerso (DEROSSI et al., 2008). Tonon et al. (2007) verificaram que em tomates imersos em solução de sacarose e cloreto de sódio, submetidos agitação de 0 rpm a 1000 rpm, houve influência positiva na perda de umidade, indicando que a resistência externa a retirada de umidade não poderia ser desconsiderada, sendo fundamental para garantir a qualidade do produto final. Em relação ao ganho de sólidos, a agitação não teve influência significativa. Por outro lado, Medeiros et al. (2006) estudaram a desidratação osmótica (DO) de figos-da-índia com sacarose na concentração de 20° Brix e a 50°Brix na temperatura ambiente e não observaram influência da agitação de 300 rpm no processo. É importante analisar o custo do processo global bem como a possibilidade de provocar danos no tecido do fruto por choques com o recipiente (VASCONSCELOS, 2010).

2.7.4 Tempo de imersão

Durante o processo osmótico, há relação linear entre a desidratação osmótica e o tempo de imersão. O aumento do tempo de submersão leva normalmente a maior perda de massa, mas a velocidade com que essa perda ocorre é menor à medida que o processo se realiza, tendendo ao equilíbrio (DHINGRA et al., 2008). No início do processo (\pm 2 horas), ocorre elevada taxa de extração de água e ganho de sólidos. Após 2 a 6 horas, ocorre decréscimo da taxa de saída de água e aumento no ganho de sólidos. (ANGELINI, 2002; ANTONIO, 2002).

Este processo tem sido associado com relaxamento mecânico das membranas celulares (VARZAKAS et al., 2005). Jockik et al. (2007) desidratando beterraba com sacarose e sal, observaram que a interação da

concentração osmótica e tempo de imersão foi o fator preponderante na perda de umidade, este comportamento foi similar para o ganho de sólidos ao ser empregado o sal. Sing et al. (2007), ao desidratarem cenoura em soluções de sacarose e cloreto de sódio, constataram que o tempo de processamento exerceu efeito negativo na taxa de reidratação. A taxa de reidratação é inversamente proporcional ao ganho de sólidos, que foi favorecido pelo tempo de processamento e, assim, se torna necessário que o excesso de soluto seja lixiviado para ocorrer a reidratação do produto.

2.7.5 Geometria do fruto

A geometria e superfície exposta do fruto podem favorecer a transferência de massa no processo (DHINGRA et al., 2008; PANADES et al., 2009). Agnelli et al. (2005) verificaram que o ganho de sólidos e perda de água foram influenciados pelo tamanho da aresta do cubo de maçã desidratado. A lei de Flick pressupõe que o alimento esteja com uma geometria simples, como fatia, ou placa fina (MALDONADO et al., 2008).

Por todo o apresentado, vê-se que a desidratação osmótica (DO) tem grande aplicabilidade pela versatilidade de agentes, isolados ou combinados e dos possíveis alimentos que pode ser tratado por este método de conservação de frutos tornando-se uma técnica importante.

2.8 Secagem de produto osmoticamente desidratado

A técnica de desidratação mais empregada na produção de frutas secas é a secagem por ar quente, que consiste em expor o material a uma corrente de ar quente, onde ocorrem os processos simultâneos de transferência de calor e massa. Os fatores que governam a velocidade destes fenômenos de transferência determinam a taxa de secagem, tais como pressões de vapor de água do ar e no material, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão da água no material, espessura e superfície exposta (JOCKIK et al., 2007).

A operação de secagem é um dos métodos mais antigo de preservação de alimentos, mas apresenta como principais desvantagens o alto

consumo de energia e a utilização de altas temperaturas. Um processo frequentemente usado como pré-tratamento é a desidratação osmótica (DO), seguida pela secagem com ar forçado, que pode reduzir o custo de processamento e melhorar a qualidade sensorial do produto final (ANDRADE et al., 2007).

A umidade dos produtos diz-se a respeito da velocidade de secagem. O percentual de umidade do material define quantidade que será deduzida da massa total por conta da água que será retirada (evaporada) dos mesmos (WEBER, 2001).

O diagrama de secagem (Figura 3) envolve dois processos fundamentais: 1º) quando o produto é colocado em contato com o ar quente, primeiramente ocorre a transferência de calor do ar para o produto pelo efeito da diferença de temperatura existente entre o ar e o produto; 2º) posteriormente, ocorre à transferência de massa para o ar pela diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície do produto (PUZZI, 2000).

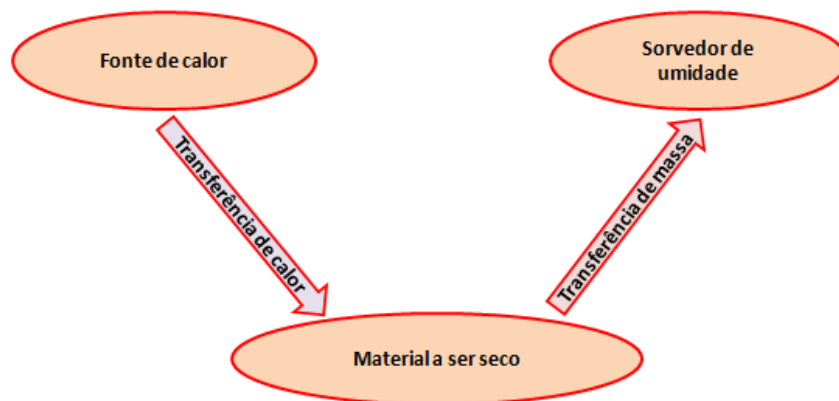


Figura 3: Diagrama de secagem.

O processo de secagem baseado na transferência de calor e de massa pode ser dividido em três períodos (STRUMILLO e KUDRA, 1986):

- **Período de pré-aquecimento:** ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Esse aumento continua até que o material atinja a temperatura do bulbo úmido do ar;

- **Período de taxa constante:** A taxa de secagem é constante e a água evaporada é a água que está livre, aquela menos ligada aos constituintes, ou seja, a parte sólida do material. O transporte de massa é controlado pela taxa de transferência de calor e enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para que ocorra evaporação. A temperatura do produto se mantém na temperatura de bulbo úmido do ar;

- **Período de taxa decrescente:** A umidade neste ponto é chamada de “ponto crítico do processo”. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, por tanto, a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa. O fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, podendo atingir a temperatura do ar de secagem. A secagem se encerra espontaneamente quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem. Para frutas, o período de taxa decrescente é quase sempre o único observado, e nesse caso a transferência interna de água é quem governa e fixa a taxa de secagem (EL- AOUAR et al., 2003).

No processo osmótico de desidratação, há a retirada de água do alimento através da imersão deste em soluções hipertônicas, gerando fluxos simultâneos de transferência de massa: a saída de água do produto para a solução hipertônica e a saída de soluto da solução para o produto (fluxos principais), além da saída de alguns solutos hidrossolúveis do produto para solução (fluxo secundário). A partir desta transferência é possível reduzir a água livre do alimento por remoção de água, como também ao introduzir parte agente conservante ou qualquer soluto de interesse nutricional que seja capaz de conferir ao produto uma melhor qualidade sensorial e redução da atividade de água (BUGGENHOUT et al., 2008, SOUZA et al., 2004).

Para a determinação da eficiência do processo, é descrito na Literatura que a relação entre a perda de umidade e ganho de sólidos seria um bom parâmetro, ou seja, os maiores valores representariam as melhores condições do processo, o qual teria elevada perda de umidade e baixo ganho de sólidos (AYALA et al., 2009).

Medina et al. (2008), pesquisando a DO de palma forrageira (raquete), utilizada na alimentação animal, averiguaram que o incremento da temperatura de secagem aumentou o coeficiente de difusividade de água do produto, bem como diminuiu a impregnação de sólidos (xarope de glicose), melhorando a qualidade final do produto obtido após secagem convectiva. O mesmo foi constatado por Moreno et al. (2005) ao estudar a DO de figo-da-índia em soluções de sacarose.

Os produtos osmoticamente desidratados convencionalmente podem ser armazenados e transportados a um custo relativamente baixo. A remoção de água leva, entretanto, a uma séria diminuição nos valores nutritivos e sensoriais em relação ao produto fresco, além de alterações na textura, lenta e incompleta reidratação, perda de suculência entre outros. Um tratamento da matéria-prima prévio à secagem é aconselhável para preservar aspectos de qualidade do produto (LENART, 1996; PIOTROWSKI et al., 2004).

A desidratação osmótica tem sido principalmente estudada como um pré-tratamento às diferentes operações de desidratação, tais como, secagem por ar quente, liofilização, secagem à vácuo e micro-ondas (ERLE e SCHUBERT, 2001; PROTHON e AHRNÉ, 2004).

A utilização do processo osmótico, como pré-tratamento ao processo de secagem por ar quente, é um método alternativo para a obtenção de frutas de umidade intermediária (atividade de água entre 0,6 e 0,8) e tem sido sugerida por diversos pesquisadores como uma forma de diminuir o tempo de residência do produto no secador, colaborando, assim, com a redução da demanda energética do processo e dos prejuízos à qualidade do produto final (AGUILERA e PARADA, 1992; LENART, 1996).

Apesar do tempo de secagem de produtos osmodesidratados serem menor, há uma diminuição na velocidade de secagem que é atribuída ao efeito da impregnação do soluto à superfície, devido à camada ao redor da fruta que dificulta a saída de água (KARATHANOS, 1999). Por outro lado, a existência desta camada parece prevenir o encolhimento excessivo do tecido durante a secagem, proporcionando maior conservação da textura do produto (LEWICKI e LENART, 2007).

O tempo de secagem, após tratamento osmótico preliminar, está relacionado como um parâmetro dependente do teor de umidade inicial e final do produto, bem como da temperatura e da velocidade do fluxo de ar da secagem (PAN et al., 2003; PIOTROWSKI et al., 2004).

Lewicki et al. (2002) estudaram quartos de tomate imersos em soluções de CaCl_2 com e sem subsequente imersão em solução de sacarose a 61,5°Brix a 30°C e observaram que a imersão em CaCl_2 aumentou as taxas de desidratação osmótica e o tempo de secagem. O produto imerso em solução de sacarose não apresentou efeito significativo no tempo de secagem em relação ao que não foi impregnado com açúcar.

O conhecimento e a adequada escolha dos parâmetros que influenciam os processos de desidratação osmótica (agente desidratante, temperatura e tempo de processo, agitação, relação fruto: solução) e secagem (parâmetros de secagem) são fundamentais para a obtenção de produtos com qualidade próxima ao alimento fresco.

2.9 Qualidade dos produtos desidratados por osmose e secagem

A qualidade de um produto engloba propriedades sensoriais, valor nutritivo, constituintes químicos, propriedades mecânicas e funcionais. As tendências atuais do uso de desidratação osmótica como tratamento preliminar na conservação de alimentos são dirigidas principalmente no sentido de melhorar a qualidade do produto, pois favorece a retenção dos constituintes do material (ARGANDOÑA, 2005). Em comparação com a secagem simples, a associação da desidratação osmótica com posterior secagem resulta em um produto mais atraente e de textura agradável, sendo, portanto, aceitável tanto para consumo direto quanto para a incorporação em sorvetes, iogurtes, queijos, etc. Além da melhor textura, a cor (pigmentos), o sabor e a manutenção do valor nutricional (vitaminas) e do aroma são favorecidos pela incorporação de açúcares durante o processamento (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001; CAMARGO et al., 2004).

No processo de desidratação osmótica, a transferência de massa que toma lugar durante o processo afeta a composição química da fruta e

consequente modificações físicas devido às alterações fisiológicas. Isto acelera as reações químicas e bioquímicas nas células do fruto, provocando alterações macroscópicas nas propriedades mecânicas e nas características do produto, diretamente relacionadas a sua textura (CHIRALT et al., 2001).

Na maioria das frutas, a textura é um fator importante na aceitação do produto por definir a qualidade do produto “in natura” e para o processamento, devido aos hábitos dos consumidores, que tornaram mais sensíveis e mais sofisticados na detecção de diferenças na textura (SHEWFELT, 1999).

A desidratação osmótica favorece maciez do tecido e menor encolhimento durante a secagem, devido à impregnação do soluto desidratante durante a desidratação osmótica. Quanto maior a entrada do soluto durante o pré-tratamento osmótico, o produto osmodesidratado e seco apresenta menor resistência à compressão do que os produtos desidratado sem pré-tratamento (LEWICKI e LUKASZUK, 2000).

Os processos combinados de desidratação osmótica e secagem com ar quente podem fornecer produtos com atividades de água mais baixas do que produtos secos sem pré-tratamento, que pode ser agradável para comer na forma de “snacks” ou para incorporar aos produtos de panificação, sorvetes, queijos ou iogurte (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001).

Os produtos osmoticamente desidratados e, posteriormente, secos, quando comparados com produtos apenas secos, apresentam melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor sabor e estabilidade de cor (ALZAMORA et al., 1992).

Prinzivalli et al. (2006) avaliaram o efeito da desidratação osmótica sobre a textura de fatias de morango em diferentes tempos de processo e perceberam que houve diminuição dos valores da tensão na ruptura do fruto quando foram intensificados o aumento do tempo de processo osmótico. Ainda segundo os autores, uma boa correlação foi obtida entre as características de textura e a estrutura celular do produto avaliada pela técnica de microscopia ótica.

Juntamente com a textura, a cor é um parâmetro que sofre alterações positivas devido ao processo de desidratação osmótica. Em frutas, a modificação da cor pode ocorrer devido aos vários mecanismos, como reações

de escurecimento enzimático e não-enzimático (reação de Maillard). Também pode ocorrer o escurecimento do fruto em processos de reaproveitamento da calda desidratante devido à oxidação da enzima polifenol-oxidase presente na fruta (SZYMCZAK et al., 1998).

Os carotenóides estão relacionados com a cor do produto e conferem atividade pró-vitáminica, ação antioxidante e imunomoduladora. Também tem ação cancerígena, cardiovascular e degeneração muscular (BRUNO et al., 2007). No processamento e armazenamento de alimentos, ocorre perda dos carotenóides e da vitamina A. Tem se constatado que dependendo da temperatura utilizada no processamento ocorre a inativação de enzimas que são responsáveis pela biossíntese dos carotenóides e estimula a isomerização e oxidação desses compostos ocasionando perdas de carotenóides. Então, quanto menor a temperatura e o tempo de cozimento, maior a preservação do conteúdo de α -caroteno, β -caroteno e carotenóides totais (SHI et al., 1999).

O tratamento osmótico favorece a retenção de pigmentos, evita o escurecimento enzimático e, assim, melhora a aparência dos frutos (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001). A desidratação osmótica como tratamento prévio à secagem tem mostrado ser uma técnica eficiente para uma melhor conservação dos carotenóides quando comparada à secagem convencional. A preservação dos carotenóides também pode ser associada à cor, através da correlação do conteúdo de carotenóides com a avaliação instrumental dos parâmetros de cor a^* , b^* e L^* (ARIAS et al., 2000).

Argandoña (2005) pesquisou a retenção de carotenóides em goiabas osmoticamente desidratada e seca e observou que houve maior retenção dos carotenóides totais (68%) em relação às amostras secas sem o pré-tratamento osmótico (25%), ou seja, a impregnação de açúcares nas goiabas osmoticamente desidratadas favorece a obtenção de produtos de melhor qualidade em termos de retenção de carotenóides totais.

A goiaba também possui alto teor de vitamina C, é rica em fibras carotenóides, especialmente o licopeno, sendo considerada uma das frutas mais ricas nesse pigmento (KAVATI, 2011).

Segundo a tabela da USDA (2006), a goiaba contém quatro vezes mais vitamina c do que a laranja, que possui 50mg de vitamina C 100 g^{-1} . Souza et

al. (2009) e Kavati (2011) encontraram teor de aproximadamente $128\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ e $183,5\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de vitamina C durante o armazenamento de goiabas minimamente processadas.

A vitamina C é uma das vitaminas mais importantes para a nutrição humana, sendo que 90% são encontrados em frutas e verduras. A vitamina C é conhecida pela prevenção do escorbuto, formação do colágeno, absorção de ferro, redução do colesterol, estímulo do sistema imunológico e reação com radicais livres. Como antioxidante, reduz o risco de arteriosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (LEE e KADER, 2000). Porém, é muito sensível à destruição quando o produto é submetido às condições adversas de manipulação e/ou armazenamento por longo período de tempo e expostos à baixa ou alta temperatura (PALHARINI e JACOMINO, 2011; TORREGGIANI e BERTOLO, 2001).

Com relação à importância tecnológica que a cor exerce nas transformações naturais de alimentos frescos ou mudanças ocorridas no processamento industrial, tem-se utilizado de técnicas instrumentais para verificação das alterações de cor nos produtos alimentícios e obter uma padronização desse atributo. As técnicas instrumentais espectrofotométricas (Color Quest, Minolta) para avaliação objetiva da cor pelos sistemas de cores (Munsell, Hunter, CIE, CIELAB) se baseiam numa mistura de cores a partir de três estímulos fundamentais (vermelho, verde e azul), percepção de cor opostas que estabelece que uma cor não pode ser verde e vermelha ou amarela e azul ao mesmo tempo, relacionando à percepção humana dos atributos sensoriais de tonalidade, luminosidade e saturação analisados sob o espaço cromático em coordenadas retangulares (VALDÉS, 1997).

O sistema CIELAB é um sistema de cor proposto pela Comissão Internationale L'Eclairage (CIE) que utiliza um espaço tridimensional com 3 eixos L^* , a^* e b^* (Figura 4), que indicam, respectivamente, a luminosidade (L^*), os tons de vermelho (a^* positivo) e verde ($-a^*$ negativo), e os tons amarelo (b^* positivo) e azul ($-b^*$ negativo).

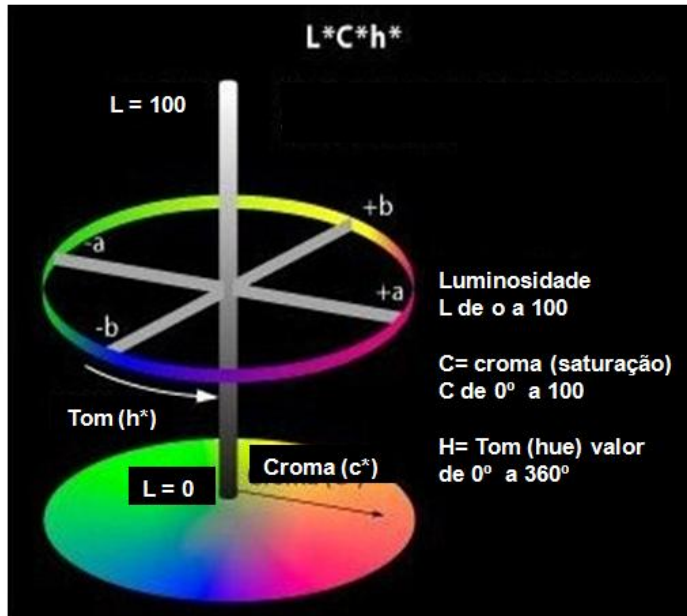


Figura 4: Representação de cor pelo sistema CIELAB (HUTCHINGS, 1994).

Todas as cores são representadas dentro de um sólido, cujo eixo central L^* (luminosidade) varia entre 0 e 100% (completamente opaco a completamente transparente) (Bakker et al., 1986). As coordenadas a^* e b^* formam um plano horizontal dentro deste sólido. O sistema CIELAB é bastante aplicado porque, além de definir o espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*), define também em coordenadas cilíndricas (L^* , h^* , c^*). A intensidade da cor é representada pelos parâmetros de cromatidade c^* e h^* , onde c^* define a cromatidade (intensidade da cor, sendo valores de cromatidade próximos de zero: cores neutras e quando próximos de 60: cores vívidas) e h^* o tom (sendo zero= vermelho, 90= amarelo, 180= verde e 270= azul) (CALVO e DURAN, 1997).

Fundamentado neste estudo, teve-se como objetivo avaliar a qualidade físico-química de fatias da goiaba 'Paluma' submetidas aos tratamentos OD e ODseco durante o período de conservação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Planejamento experimental

Este trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As análises foram realizadas em triplicatas em intervalos de três dias, durante 24 dias.

3.1.2 Obtenção da matéria-prima

Foram utilizadas 600 goiabas (*Psidium guajava L.*) da variedade vermelha 'Paluma', clone derivado da variedade Rubi-Supreme, a partir de sementes de polinização aberta originada na FCAV-Unesp, em Jaboticabal-SP (PEREIRA E NACHTIGAL, 2002). As goiabas foram colhidas no sítio Centenário, localizado na cidade de Mandaguaçu - PR, latitude 23° 20' 42" Sul, longitude 52° 05' 42" Oeste, com altitude de 580 metros acima do nível do mar. Sua classificação climática é definida como clima subtropical sem estação de seca definida, com temperatura média de 22°C. A precipitação média anual da região de Mandaguaçu é de 1400 a 1600mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

Logo após a colheita dos frutos, os mesmos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá-UEM, onde foram selecionados de acordo com tamanho, formato e grau de maturação comercial, definido pela coloração amarela da casca, uniformidade, ausência de defeitos e o teor de sólidos solúveis em torno de 7,2, que foi determinado através de uma amostragem de 10 frutos escolhida ao acaso dentre os frutos já selecionados.

3.1.3 Embalagem utilizada para o armazenamento dos frutos

Para o armazenamento do produto, utilizou-se embalagem rígida de polietileno tereftalato (PET) com tampa acoplada, com capacidade de 350mL.

3.1.4 Solução desidratante

A solução osmótica de sacarose foi preparada com água potável destilada e sacarose comercial na concentração de 60°Brix e pH 3,0 ajustado com ácido cítrico. A escolha desses parâmetros foi baseada no trabalho de Argandoña (1999) e Argandoña (2005).

3.1.5 Agente sanitizante

A matéria prima foi sanitizada com solução de Cloreto de Sódio (NaCl), preparado no laboratório na concentração de 50ppm de cloro ativo. O tempo de imersão das frutas na solução sanitizante foi de 3 minutos.

3.2 Preparo da matéria prima

As goiabas foram previamente selecionadas, lavadas e sanitizadas com desinfetante clorado, utilizado na proporção de 50ppm de cloro ativo por 3 minutos. Foram descascadas por lixiviação, ou seja, com hidróxido de sódio 1% (p/v) a 85°C, onde os frutos foram imergidos na solução por 2 minutos e, após lavados em água corrente, e neutralizados com ácido cítrico a 1%.

Após essa etapa, os frutos foram cortados ao meio e as sementes foram retiradas, sendo realizado o branqueamento dos frutos a 100°C por 3 minutos. Em seguida, os frutos foram divididos em três lotes sendo: Lote 1 (frutos controle - "in natura"; Lote 2 (frutos osmoticamente desidratados - OD); e Lote 3 (frutos osmoticamente desidratados e secos em estufa – ODsecos). Em seguida, os frutos do lote 1 foram armazenados nas embalagens PET, o restante dos frutos (lote 2 e lote 3) foram acondicionados em frascos contendo a solução desidratante de sacarose comercial preparada a 60°Brix, previamente aquecida a 40°C, na proporção fruto:xarope 1:4 e levados em banho termostático, marca Tecnal, modelo TE-420, durante 2 horas para ocorrer a desidratação. Após o processo de desidratação, as fatias de goiaba foram enxaguadas com solução clorada a 0,20% (p/v) e, após, colocadas sobre papel absorvente para remoção da solução em excesso (ARGANDOÑA, 1999).

Na terceira etapa, os frutos do lote 2 foram acondicionados em PET e os frutos do lote 3 foram levados a estufa de secagem a 60°C por 8 horas para realização do processo de secagem. A cada intervalo de 2 horas foram retiradas amostras em triplicatas para verificação da porcentagem de umidade dos frutos. Quando verificou-se que a umidade dos frutos atingiu em torno de 20%, finalizou-se o processo de secagem e acondicionaram os mesmos em embalagens PET. Os lotes (1, 2 e 3) das fatias de goiaba foram estocadas à temperatura de 5°C e analisadas quanto à qualidade físico-química durante 24 dias de armazenamento.

As análises realizadas foram: pH, Sólidos Solúveis Totais (SST), Açúcares Redutores (AR); Açúcares Totais (ART); Acidez Total Titulável (ATT); SST/ATT (ratio); Vitamina C; Cor (a*; L*; b* e h*); Antocianina Total; Perda de massa; Umidade e Cinza total.

Os resultados obtidos das análises realizadas das fatias de goiabas minimamente processadas foram estudados de acordo com a evolução de cada variável obtendo o comportamento do parâmetro em análise no decorrer do período de conservação.

3.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas das quatro repetições foram realizadas periodicamente, seguindo um mesmo intervalo de tempo (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias), e em triplicata.

3.3.1 pH

O pH foi determinado pelo processo potenciométrico, leitura direta em pHmetro Hanna Instruments model pH 300. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 e, em seguida, foi feita a leitura com imersão do eletrodo no béquer contendo a amostra macerada, segundo método n° 981.12 da A.O.A.C. (1997).

3.3.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para determinação dos sólidos solúveis totais das amostras de fatias de goiaba, foi utilizado o refratômetro digital portátil marca Atago, modelo Pocket pal-1, com escala de 0% a 35% Brix. As leituras foram feitas diretamente no equipamento e os resultados foram expressos em °Brix (A.O.A.C. 1997).

Para preparo da solução de sacarose 60°Brix foi utilizado refratômetro ABBE, com escala de 0% a 95% Brix modelo 2 WAJ. As análises foram realizadas segundo A.O.A.C. (1997).

3.3.3 Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez total titulável (ATT) presente nas frutas “in natura” e no produto final foi quantificada por titulação com NaOH 0,1M padronizado. Foram utilizadas 10,0g da amostra homogeneizada em 100mL de água, e titulou-se com solução de NaOH 0,1M até pH 8,2 medido com pHmetro (Hanna Instruments model pH 300). Os dados obtidos foram calculados de acordo com a equação 1 e os resultados expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico 100mL⁻¹ de extrato, segundo normas analíticas do instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

$$\text{ATT (\% ácido cítrico)} = (V_{(mL)} \times N \times f \times \text{Eq. Ac.}) / 10 \times M_{a(g)}, \quad (\text{eq. 1})$$

Em que:

V= volume de NaOH gasto (mL);

N = normalidade da solução de NaOH utilizada = 0,1M;

f = fator de correção obtido para padronização do NaOH = 1,00;

Eq. Ac. = equivalente ácido, que para a goiaba é 64;

g = massa da amostra em grama.

3.3.4 Relação de sólidos solúveis/ acidez total titulável (ratio)

A relação, sólidos solúveis/acidez total titulável, representa a palatabilidade do produto, ou seja, o equilíbrio doce/ácido, sendo de importância fundamental na formação do sabor. O valor do Ratio aumenta em função do aumento dos sólidos solúveis e da diminuição da acidez. As variações nos valores de sólidos solúveis totais e acidez não são perceptíveis sensorialmente, desde que não ocorra alteração da relação entre eles (CHITARRA e CHITARRA, 1990; SOUZA, 1992).

3.3.5 Vitamina C

O teor de vitamina C (mg de ácido ascórbico 100mL⁻¹ de extrato) foi determinado pela redução, ou seja, oxidação, do indicador 2,6-diclorobenzenoindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. As amostras foram tituladas até o ponto de viragem indicado pela cor rosa claro persistente por 15 segundos, indicando que o meio se tornou ácido. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100mL⁻¹ de extrato (ITAL, 1990) e calculados de acordo com a equação 2.

$$\text{Ácido ascórbico (mg 100mL}^{-1}\text{)} = \frac{100 \times n'}{n/5 \times V \text{ ou } Ma} \quad (\text{eq. 2})$$

Em que:

n' = volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na titulação da amostra;

V = volume de amostra usado na titulação;

n = volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na padronização;

Ma = massa da amostra em grama.

3.3.6 Determinação de açúcares redutores (AR) e açúcares totais (ART)

A determinação de açúcares redutores e totais foi feita por método titulométrico, segundo a metodologia de Lane e Eynon (IAL, 2005), que consiste na redução do cobre presente na solução de Fehling.

Foram utilizados 2,0g da amostra homogeneizado com 100mL de água destilada para extração dos glicídios redutores. A solução obtida foi utilizada na bureta para titulação do Fehling. Em erlenmeyer, foi adicionado Fehling A, Fehling B e água. Aqueceu a solução até o ponto de ebulição por aproximadamente dois minutos. Em seguida, a solução aquecida foi titulada até que passasse de azul para incolor, com resíduo de Cu_2O no fundo do frasco (coloração vermelho tijolo). Os resultados obtidos foram calculados de acordo com a equação 3.

$$\text{AR (\%)} = 100 \times F / \text{Ma}_{(g)} \times V_{(mL)} \quad (\text{eq. 3})$$

Em que:

F=fator Fehling;

Ma=massa em grama (g);

V= volume da amostra gasto na titulação.

Os açúcares totais (ART) foram determinados utilizando 2,0g de amostra homogeneizado em 250mL de água destilada e 2,5mL de ácido clorídrico concentrado e aquecido por 3 horas em ebulição. Em seguida, a solução foi resfriada até 25°C e neutralizou com NaOH a 40% até pH 7,0. A solução neutralizada foi utilizada na bureta para titulação do Fehling (Fehling A, Fehling B e água aquecidos até o ponto de ebulição por aproximadamente 2 minutos). A solução aquecida foi titulada até que passasse de azul para incolor, com resíduo de Cu_2O no fundo do frasco (coloração vermelho tijolo). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de açúcares totais (ART) conforme equação 4.

$$\text{ART (\%)} = d_a \times T \times 100 / m_a V_a \quad (\text{eq. 4})$$

Em que:

Da= diluição da amostra (volume do balão volumétrico em mL);

T= fator da solução de Fehling;

Ma= massa da amostra (g);

Va= volume (mL) da amostra gasto na titulação.

3.3.7 Perda de Massa

Durante o período de estocagem, foi determinada a massa dos frutos medido em balança semi-analítica, marca Mark, modelo AM 2200. A diferença de massa do produto foi verificada medindo a massa inicial (Mi) e massa final (Mf) das amostras. Os resultados foram expressos em porcentagem (%), de acordo com a equação 5.

$$\text{PM (\%)} = (M_i - M_f) / M_i \times 100 \quad (\text{eq. 5})$$

Em que:

Mi=massa inicial;

Mf=massa final.

3.3.8 Antocianinas

A extração das antocianinas foi realizada segundo metodologia de Lee e Francis (1972), com modificações. Para obtenção do extrato com etanol 95%:HCl 1,5M (85:15, v/v), foram utilizados 25,0g de goiabas acrescidos de 100mL da solução solvente (etanol 70% acidificado a pH 2,0 com HCl 0,1%) e homogeneizados por 2 minutos em liquidificador. A solução foi recoberta com parafilme e armazenada sob refrigeração de 4°C, durante 12 horas. Decorridas às 12 horas, o material foi filtrado em funil de Büchner, com auxílio de bomba

de vácuo, e o filtrado recebido em frasco Kitassato. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 535nm, usando como branco apenas o solvente. Os resultados foram expressos em miligrama (mg) de antocianinas totais 100mL⁻¹ de extrato. Os resultados foram calculados de acordo com as equações 6 e 7.

Cálculo:

$$FD = VEO/VA \times VS \quad (\text{eq. 6})$$

$$AT \text{ (mg } 100\text{g}^{-1}\text{)} = A \times FD / E^{1\%}_{1\text{cm}} \quad (\text{eq. 7})$$

Em que:

FD = fator de diluição;

VEO = volume de extrato bruto original;

VA = volume da alíquota do extrato utilizado para diluição em solvente extrator;

VS = volume de solvente utilizado para diluição do extrato;

AT = antocianinas totais (mg 100g⁻¹ de amostra);

A = absorbância do extrato diluído no comprimento de onda de máxima absorção;

E^{1%}_{1cm} = 98,2, coeficiente de absorvidade molar para uma mistura de antocianinas purificadas.

3.3.9 Umidade

A umidade foi determinada segundo método oficial da A.O.A.C (1995) n°. 920.151, utilizando estufa de secagem e esterilização (002 CB Fanem Ltda, São Paulo - SP) a 60°C ± 2°C para secagem de 5g das amostras até peso constante (aproximadamente, 48 horas). As amostras, em triplicata, de cada tratamento, foram colocadas em cadinhos de porcelana, com massas previamente determinadas e levados à estufa. A cada três horas, os cadinhos foram retirados da estufa, resfriados à temperatura ambiente em dessecador, e medido novamente a massa dos mesmos (amostra+cadinho). Depois, o

material foi novamente levado à estufa. Esse procedimento foi repetido até a obtenção de massa constante. A porcentagem de umidade nas fatias de goiabas foi calculada via equação 8.

$$\text{Umidade (\%)} = 100 \times N / P \quad (\text{eq. 8})$$

Em que:

N = perda de peso em g;

P = massa da amostra em g.

3.3.10 Determinação de cinzas

O resíduo mineral fixo foi determinado por gravimetria, mediante incineração da amostra em forno mufla a 550°C até a obtenção de cinzas claras, segundo A.O.A.C. (1997). As amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana, com massa previamente estabelecida e permaneceram na mufla (550°C ± 5°C) até total queima da matéria orgânica, medindo novamente a massa final do cadinho mais amostra. A diferença entre a massa inicial (M1) e massa final (M2) da amostra foram calculadas de acordo com a equação 9.

Cálculo:

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{(M1) - (M2) \times 100}{(M3) - (M2)} \quad (\text{eq. 9})$$

M1=massa do cadinho + cinzas;

M2= massa do cadinho;

M3=cadinho + amostra úmida.

3.3.11 Determinação da cor

A cor foi avaliada segundo o sistema tridimensional, o CIELAB, constituído por três coordenadas L*, a* e b*, que indicam, respectivamente, a luminosidade, os tons de vermelho (a*), verde (-a*), e os tons amarelo (b*) e

azul ($-b^*$), proposto pela Comissão internacional de iluminação - CIE (VALDÉS, 1997).

A análise foi realizada em triplicata tomando cinco leituras em regiões opostas de cada fatia de goiaba. Neste sistema, define-se um espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*), associado a outro em coordenadas cilíndricas (L^* , h^* , c^*). Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram fornecidos pelo colorímetro Minolta, modelo Chroma meter CR-300 sistema c L h. Os resultados foram expressos de acordo com os parâmetros medidos: o parâmetro a^* expressa a variação no eixo verde ($-a^*$) à vermelho ($+a^*$); o parâmetro b^* , a variação está no eixo azul ($-b^*$) à amarelo ($+b^*$); a variação no eixo L^* representa as mudanças na luminosidade, com uma faixa de 0 (preto) a 100 (branco); c^* define a cromaticidade (intensidade da cor, sendo valores de croma próximos de zero, cores neutras e valores próximos de 60, cores vívidas); e h^* (hue), representa o ângulo de cor 0° a 360° (0° – vermelha; 90° - amarelo; 180° - verde e 270° azul). Os resultados foram expressos como médias nas coordenadas de cor no espaço CIELAB (L^* a b^*).

3.4 Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, no esquema fatorial de $3 \times 9 \times 4$ sendo três tratamentos x nove tempos (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 dias) x quatro repetições e temperatura fixa em 5°C . Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente pela regressão das variáveis durante o período de armazenamento de cada tratamento. Os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiaba do tratamento controle

As análises do acompanhamento do período máximo de manutenção de qualidade das fatias de goiabas “in natura” (Tratamento controle), osmoticamente desidratado (Tratamento OD) e osmoticamente desidratado e seco (Tratamento ODseco), estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

Os resultados obtidos das análises físico-química do tratamento controle durante 15 dias de estocagem estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Análise de regressão com equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a*, L*, b*, c* e h* de frutos de goiaba do tratamento controle

Variáveis	Análise de regressão
pH	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,87$
SST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,11$
Acidez total titulável	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,74$
SST/ATT	$\hat{Y} = \bar{Y} = 11,07$
Vitamina C	$\hat{Y} = \bar{Y} = 127,68$
Açúcares redutores	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,57$
Açúcares totais	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,02$
Antocianina	$\hat{Y} = 0,362 + 0,005387x - 0,000883x^2$ $r^2 = 0,99$ Ponto de máximo: 3,05 dias Resposta máxima: 0,37 Mg100g ⁻¹ de extrato
Perda de massa	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,62$
Umidade	$\hat{Y} = \bar{Y} = 87,12$ $\hat{Y} = 0,521 + 0,023878x - 0,001344x^2$ $r^2 = 0,90$
Cinzas	Ponto de máximo: 8,88 dias Resposta máxima: 62,7%
Cor a*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,28$
Cor L*	$\hat{Y} = 3,84 - 2,977271x + 0,589098x^2 - 0,028146x^3$ $r^2 = 0,71$
Cor b*	$\hat{Y} = 12,88 - 1,376653x + 0,239517x^2 - 0,010674x^3$ $r^2 = 0,92$
Cor c*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,48$
Cor h*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 32,58$

4.1.1 pH

De acordo com a análise estatística de regressão, as médias do pH (Tabela 2) das amostras controle foram de 3,83 durante o armazenamento, sem apresentar diferença significativa, ou seja, as médias desta variável não tiveram variabilidade comprovada estatisticamente. Tal fato ocorre devido à ação de compostos tamponantes presentes nas frutas, ou seja, ácidos mais fracos que não são dissociados no pH do meio, não contribuindo para o aumento da concentração hidrogeniônica do produto, mas são quantificados na titulação com hidróxido de sódio e na determinação da acidez titulável.

Segundo Mendonça et al. (2007), o pH de goiabas pode sofrer leves alterações durante o período de armazenamento sem ao menos demonstrar diferença significativa.

4.1.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Segundo análise de regressão para a variável sólidos solúveis (Tabela 2), observa-se que a média foi de 8,11°Brix para as fatias de goiaba controle. Estes valores se mantiveram durante o período de armazenamento dos frutos. Brunini et al.(2003) encontraram, para goiaba “in natura” da cultivar ‘Paluma’, teores de sólidos solúveis de 8,44°Brix, valores relativamente próximos aos encontrados nesta pesquisa. No entanto, Pereira (2009) encontrou valores de 11,63°Brix em sua pesquisa com goiabas da variedade ‘Paluma’, considerando que essa variação ocorre principalmente devido ao ponto de maturação pós-colheita dos frutos.

4.1.3 Acidez Total Titulável (ATT)

Em relação à acidez total titulável, os resultados observados (Tabela 2) indicam que as condições de armazenamento utilizadas para conservação dos frutos minimamente processadas foram eficientes para manter este parâmetro sem alteração significativa durante 15 dias de armazenamento, pois um fruto minimamente processado tende a sofrer oxidação dos ácidos orgânicos devido

à aceleração do metabolismo do fruto (LIMA et al., 2002, CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os valores médios de acidez titulável encontraram-se em torno de 0,74g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa, sendo superiores aos encontrados por Silva et al. (2009) e Argandoña (2005), que relataram valores entre 0,50g de ácido cítrico 100g⁻¹, 0,53g de ácido cítrico 100g⁻¹ e 0,61g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa para a cultivar 'Paluma', respectivamente.

Lima et al. (2002), caracterizando frutos de goiabeira, encontraram acidez variando de 0,40g a 1,04g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa, sendo de 0,63g de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa para cultivar 'Paluma'. Os mesmos autores afirmam que os resultados encontrados para acidez em goiaba da cultivar 'Paluma' são uma característica desejável pela indústria, qual o objetivo é o processamento.

Dados da literatura mostram que o comportamento da acidez titulável em goiabas "in natura" sofre redução durante o período de armazenamento, estando relacionado ao estágio de maturação pós-colheita dos frutos (PEREIRA et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005).

4.1.4 Razão de sólidos solúveis / acidez total titulável (ratio)

Os valores médios observados na Tabela 2 para a razão de sólidos solúveis / acidez total titulável das fatias de goiaba controle foram uma média de 11,07. As amostras controle tiveram um comportamento similar em relação ao tempo de armazenamento e não apresentaram variabilidade significativa deste parâmetro durante o período de armazenamento. Este fato deve-se ao comportamento da acidez titulável e dos sólidos solúveis que foram relativamente estáveis durante o período de armazenamento. Os valores apresentados neste trabalho estão próximos aos observados por Mattiuz et al. (2003), quando estudaram goiabas 'Paluma' minimamente processadas e encontraram a relação de 11,81 de Ratio para goiaba "in natura" minimamente processada. Além disso, Cavalini (2004) encontrou Ratio de 9,88 até 16,66 para goiaba 'Paluma' quando avaliou diferentes estágios de maturação. Lima et al. (2010) verificaram que a razão de sólidos solúveis/acidez total titulável foi de

8,58 inicialmente e de 14,85 no final do armazenamento da goiaba minimamente processada e armazenada em diferentes embalagens. Diferentes variações da razão (sólidos solúveis / acidez total titulável) de goiabas processadas são encontradas na literatura, portanto devem ser consideradas as diferentes formas de armazenamento e grau de maturação dos frutos.

Chitarra e Chitarra (2005) relataram que o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e açúcares é muito importante na avaliação do sabor dos frutos, devido determinar a maturação e palatabilidade dos mesmos.

4.1.5 Vitamina C

A média obtida para vitamina C das amostras controle (Tabela 2) atingiu um valor máximo de 127,68mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de polpa durante o período de armazenamento sem apresentar diferença significativa, comprovada pela falta de ajuste da equação de regressão.

Neste estudo, a média dos valores encontrados para vitamina C de goiaba “in natura” antes de submetê-la ao processamento mínimo foi de 147mg 100g^{-1} de polpa, valores estes que sofreram redução devido ao processamento mínimo dos frutos. Estudos indicam que as perdas deste composto em frutas são geralmente mais rápidas devido ao processamento mínimo e temperaturas altas de armazenamento (DUSSAN, 2003).

Lima et al. (2002) caracterizaram frutos da goiabeira de diferentes cultivares e encontram faixa de variação de 52,80 a 209,88mg de ácido ascórbico 100g^{-1} , sendo 89,78mg de ácido ascórbico 100g^{-1} para a cultivar ‘Paluma’, inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

As goiabas fatiadas, cuja superfície de exposição é maior, apresentam maiores taxas de respiração e, conseqüentemente, maiores alterações fisiológicas e bioquímicas que o tecido inteiro (PORTE e MAIA, 2001). Diferentes tipos de corte podem promover diferentes respostas quanto à qualidade e capacidade de conservação dos produtos minimamente processados (ARRUDA et al., 2003).

4.1.6 Açúcares redutores (AR) e açúcares totais (ART)

Durante a estocagem das fatias de goiaba controle, a média para açúcares redutores foi de 2,57% (Tabela 2) não sendo detectada diferença significativa deste parâmetro durante a estocagem. Estes valores são provavelmente devido ao ponto de maturação dos frutos.

Bashir et al. (2003) encontraram 8% de açúcares redutores em goiabas vermelhas “in natura”, no pico de amadurecimento. Eles afirmaram que o fruto sofre um aumento do conteúdo de açúcares redutores totais devido à ação da invertase, enzima que atua na hidrólise da sacarose, transformando-a em açúcares de cadeia menor (glicose e frutose).

Neste trabalho, a média obtida para açúcares totais foi de 9,02%, sendo superior aos valores encontrado por Argandoña (2005) quando pesquisou goiaba ‘Palma’ minimamente processada e encontrou 4,38% de açúcares totais. Esta diferença pode estar relacionada aos diferentes graus de maturação ou condições climatológicas. O decréscimo nos teores de açúcares geralmente é baixo em frutos armazenados sob refrigeração devido à temperatura ser capaz de retardar o processo de senescência dos frutos por inibição do metabolismo respiratório do produto.

Campos et al. (2007) em suas pesquisas com nêspersas, afirmam que manutenção dos frutos sob refrigeração não afeta os níveis de açúcares durante o período de armazenamento, mas que a redução de alguns açucares ocorre devido à injúria pelo frio que ocasiona danos nas células do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

4.1.7 Antocianinas Totais

A evolução de antocianinas nos frutos controle está apresentada na Figura 5.

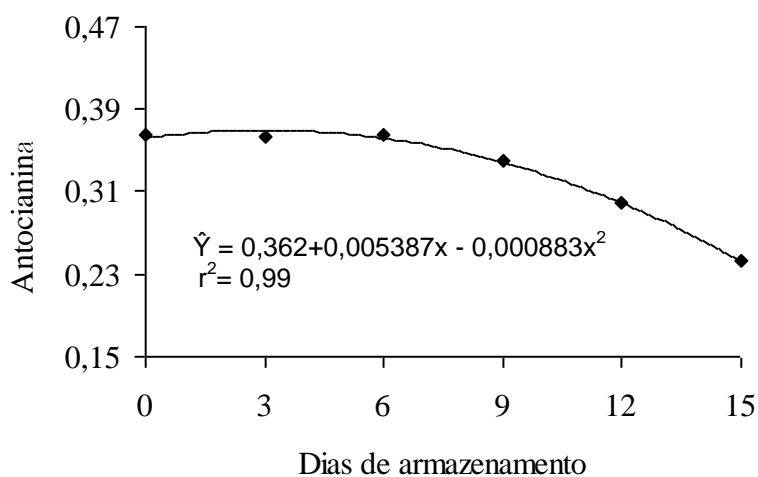


Figura 5: Concentração de antocianina (mg 100g⁻¹ de extrato) da goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.

A equação de regressão mostrada na figura 5 indica que há uma relação significativa entre a evolução de antocianinas e o tempo de armazenamento. Os valores de antocianinas totais se alteraram ao longo do armazenamento, sendo comprovado pelos cálculos estatísticos a nível de 5% de significância. Inicialmente a média obtida para a concentração de antocianina foi em torno de 0,38mg 100g⁻¹ de extrato para as amostras controle e após o 3º dia de armazenamento ocorreu decréscimo desse composto provavelmente devido à exposição celular dos frutos e condições de armazenamento.

Os valores de antocianinas encontrados neste trabalho são semelhantes aos teores de antocianinas obtidos por Fernandes et al. (2007), que estudaram o comportamento do pigmento antociânico em suco de goiaba.

Kuskoski et al., (2006) estudaram polpas congeladas de amora, uva, morango, açaí, acerola e goiaba e afirmaram que os maiores conteúdos de antocianinas foram encontrados em amora e uva, enquanto acerola e goiaba são as frutas com menores teores de antocianinas, e abacaxi, manga graviola, cupuaçu e maracujá não as contêm.

4.1.8 Perda de massa

O parâmetro perda de massa apresentado na Tabela 2 mostra que a média de quatro repetições realizadas em triplicatas não diferiu significativamente entre si pela análise de regressão. A perda de massa não sofreu alteração significativa durante o período de armazenamento para as amostras controle, apresentando média da perda de massa em torno de 5,62%.

A perda de massa é uma variável importante e está diretamente associada com a qualidade do produto. Relaciona-se à perda de água, causa principal da deterioração, resultando não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades de textura (amaciamento, perda de frescor e succulência) e na qualidade nutricional do fruto (AZZOLINI, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

4.1.9 Umidade

De acordo com a equação de regressão para a determinação de umidade das fatias de goiabas controle, verificou-se (Tabela 2) que a média de umidade atingiu um patamar em torno de 87,12% nas amostras durante o armazenamento sem ocorrer alterações significativas. As condições de armazenamento das fatias de goiaba foram adequadas, pois, dependendo das condições de umidade relativa do ar, no armazenamento das frutas, podem ocorrer alterações principalmente do conteúdo de umidade das amostras, acréscimo do conteúdo de sólidos solúveis presentes e maior perda de massa dos frutos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Argandoña (2005) quando estudou goiabas “in natura”.

4.1.10 Cinzas

De acordo com a equação de regressão observada na Figura 6, os resultados obtidos para o teor de cinzas da polpa de goiaba “in natura” atingiram no 9º dia de armazenamento a média de 0,62% e diminuiu para 0,54% até o 15º dia. Os resultados obtidos para cinzas neste trabalho estão de acordo com o valor apresentado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (LIMA et al., 2006) e próximos àqueles obtidos por Pereira et al. (2003), que foram de 0,54% de cinzas para goiaba “in natura”.

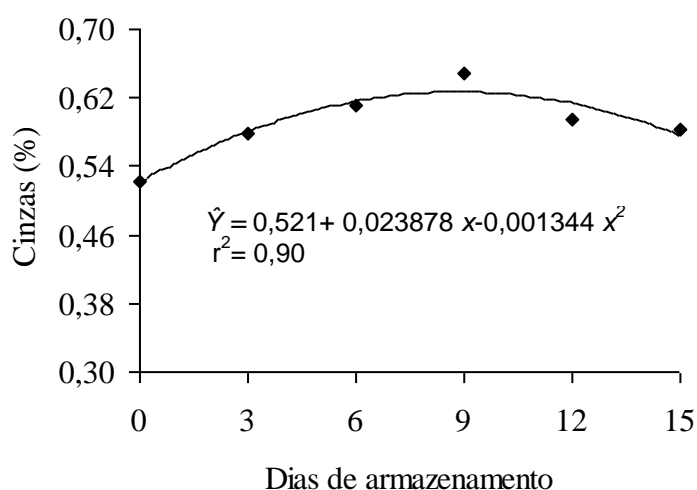


Figura 6: Porcentagem (%) de cinzas da goiaba ‘Paluma’ “in natura”, em função dos dias de armazenamento.

4.1.11 Cor da polpa de goiaba, parâmetros a* L* b* C* e h* (hue)

- **a* Vermelho**

A cor da fruta representa o processo mais importante que ocorre no decorrer da maturação e no armazenamento. Neste trabalho, a média dos

valores obtidos para o parâmetro (a^*) representativo da cor vermelha das fatias de goiaba 'Paluma' foi de 19,28 (Tabela 2) durante o período de armazenamento sem apresentar diferença significativa entre as amostras, indicando que as condições de armazenamento foram eficientes para manutenção da cor vermelha dos frutos.

- **L* (Luminosidade):**

A evolução do parâmetro (L^*) durante o período de armazenamento das fatias de goiaba "in natura" está apresentada na Figura 7.

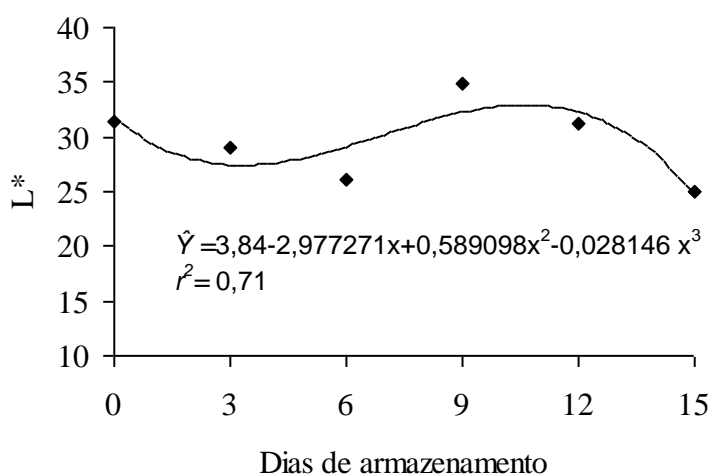


Figura 7: Parâmetro L^* representativo da luminosidade das fatias de goiaba 'Paluma' "in natura", em função dos dias de armazenamento.

Os valores de L^* variam de 0 (escuro) a 100 (claro). As amostras do tratamento controle tiveram inicialmente o valor de L^* em torno de 32 e no final do armazenamento reduziram o valor de L^* para 22, determinando relativo escurecimento da polpa, que deprecia a qualidade e compromete a aceitação do produto pelo consumidor.

As variações de coloração podem ser explicadas por ocorrência de oxidação celular e injúria causado pelo processamento mínimo, que resulta em

escurecimento dos frutos devido ao extravasamento de conteúdo celular dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

- **b* (Amarelo)**

O perfil de evolução do parâmetro representativo da cor b* (amarela) das fatias de goiaba está apresentado na Figura 8.

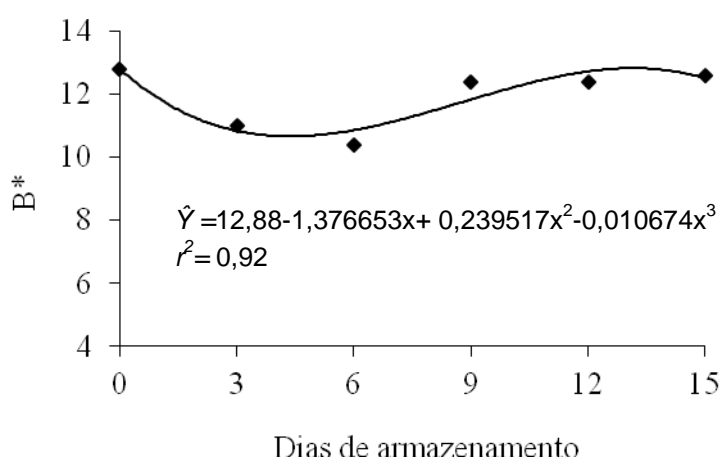


Figura 8: Parâmetro b* representativo da cor amarela das fatias da goiaba ‘Paluma’ “in natura”, em função dos dias de armazenamento.

Observando a Figura 8, verifica-se que houve redução do pigmento amarelo prevalecendo a cor vermelha acentuada dos frutos do tratamento controle durante 9º dias de armazenamento. A partir de então, houve o aparecimento do pigmento amarelado, sendo detectado somente pela análise de cor, indicando início de degradação das amostras.

Estas alterações podem ser explicadas por ocorrência de degradação de pigmentos fotossintéticos, que, nas fases finais de conservação dos frutos, ocorreu a decomposição dos pigmentos vermelhos, podendo haver a transformação de compostos ou precursores de sabor, que resultam na

formação de pigmentos de cor caramelo e que contribuem para o escurecimento não enzimático e depreciação do produto (FERNANDES, 2007).

- **c* (croma)**

É o grau de saturação da cor ou intensidade da cor a^* e b^* e se relaciona com a força da cor. O valor de croma apresentado na Tabela 2 atingiu 19,48 e manteve sem diferença significativa até o final do período de armazenamento. Isto comprova que a intensidade da cor a^* (vermelho) que atingiu um valor de 19,28, foi mais intensa que a cor b^* (amarelo), que teve variabilidade durante o período e armazenamento atingindo um valor máximo em torno de 13. Este valor indica baixo conteúdo de pigmentos amarelos mostrando que as condições de armazenamento foram eficientes para a conservação da cor vermelha das amostras controle.

- **hue (Ângulo de cor)**

Os valores de (hue) obtido para as amostras controle foram de 32,58, confirmando a tendência a cor vermelha das fatias de goiabas controle, ou seja, houve manutenção da coloração da polpa durante o armazenamento. Deve-se ao fato da utilização de atmosfera modificada e refrigeração serem eficientes para manutenção da cor.

Os resultados encontrados para (hue) neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Pinto, (2008) que estudou goiabas minimamente processadas e armazenadas em diferentes tipos de embalagens e temperatura de 5°C. A temperatura favoreceu para manutenção da cor original do fruto, redução da produção de etileno e ação combinada de clorofilases e sistemas oxidativos durante o armazenamento.

4.2 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado (OD)

Os dados obtidos das análises físico-químicas das fatias de goiabas do tratamento osmoticamente desidratado (OD), armazenados em embalagens

PET e temperatura de 5°C durante 21 dias de estocagem, podem ser observado na Tabela 3.

Tabela 3: Análise de regressão com equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a*, L*, b*, c* e h* de frutos de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado

Variáveis	Análise de regressão
pH	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,76$
SST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,73$
Acidez total titulável	$\hat{Y} = 0,72 - 0,016974x + 0,002096x^2 - 0,000058x^3$ $r^2 = 0,86$
SST/ATT	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,25$
Vitamina C	$\hat{Y} = \bar{Y} = 77,93$
Açúcares redutores	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,87$
Açúcares totais	$\hat{Y} = \bar{Y} = 15,82$
Antocianina	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,19$
Perda de massa	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,55$
Umidade	$\hat{Y} = \bar{Y} = 57,10$
Cinzas	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,620$
Cor a*	$\hat{Y} = 25,26 + 0,109325x$ $r^2 = 0,71$
Cor L*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 38,01$
Cor b*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,51$
Cor c*	$\hat{Y} = 23,10 - 0,163922x + 0,02763x^2 - 0,001076x^3$ $r^2 = 0,72$
Cor h*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 30,81$

4.2.1 pH

A média do pH das amostras osmoticamente desidratada (OD) foi de 3,76, como mostrado na Tabela 3, sendo praticamente constante durante todo o período de estocagem, e não apresenta diferença significativa em seus valores em seus definidos tempos. A média do pH encontrado neste trabalho se encontra semelhante aos resultados de pH obtidos por Pereira et al. (2003),

que estudaram goiabas 'Paluma' osmoticamente desidratada e armazenadas em embalagens PET sob refrigeração. As pequenas variações observadas são provavelmente decorrentes da variabilidade da matéria prima.

4.2.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

De acordo com a análise de regressão para o teor de sólido solúvel (°Brix) apresentado na Tabela 3, verificou-se que a média foi de 13,73 não apresentando diferenças significativas durante o armazenamento. Estes valores médios de sólidos solúveis podem estar relacionados à redução da concentração de água livre no interior do fruto pelo tratamento osmótico e redução da atividade metabólica dos mesmos.

Mattiuz et al. (2003) também observaram manutenção do conteúdo de sólidos solúveis ao longo do armazenamento em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. Segundo Lamikanra et al. (2000) e Chitarra e Chitarra (2005), a estabilidade dos sólidos solúveis durante o armazenamento está associado à adequada temperatura utilizada no armazenamento do fruto, retardando as atividades metabólicas, reduzindo a síntese e degradação dos polissacarídeos e carboidratos. Estes autores também observaram estabilidade nos teores de sólidos solúveis e de pH em melões Cantaloupe minimamente processados e armazenados a 4°C, por 14 dias.

4.2.3 Acidez Total Titulável (ATT)

O acompanhamento da evolução dos teores de acidez total titulável (ATT) de fatias de goiabas 'Paluma' minimamente processadas e osmoticamente tratadas pode ser visualizado na Figura 9.

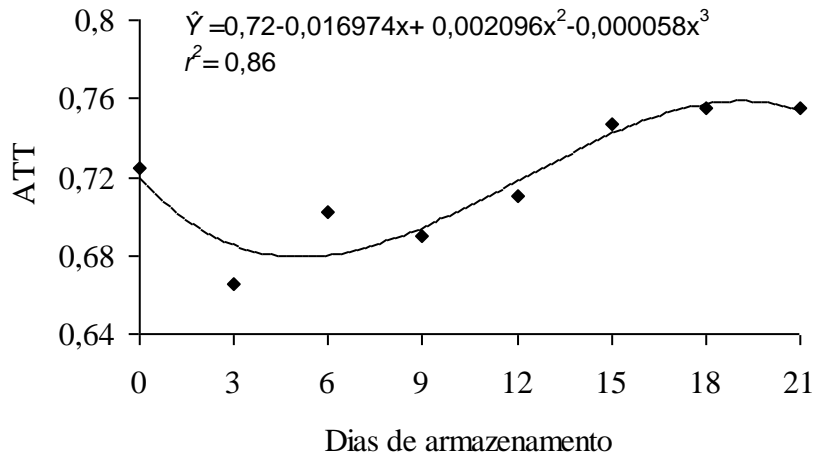


Figura 9: Acidez total titulável (% de ácido cítrico) da goiaba ‘Paluma’, osmoticamente desidratada, em função dos dias de armazenamento.

Verifica-se que no primeiro dia o valor obtido foi de 0,72% de ácido cítrico e o maior valor foi de 0,76% aos 18º dias. Souza et al. (2009) observaram comportamento semelhante em goiabas ‘Paluma’ minimamente processada. Esta pequena variação pode estar relacionada com o tratamento osmótico que inicialmente influenciou na redução do pH das amostras por perdas de ácidos solúveis, devido ao processo utilizado, e oxidação dos ácidos orgânicos devido ao processamento mínimo que expõe as células do fruto ao oxigênio (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A acidez titulável também não foi influenciada pelos tratamentos e tampouco pelo período de armazenamento.

Em goiabas “in natura”, o comportamento da acidez titulável tem apresentado redução durante o período de armazenamento, devido ao estágio de maturação pós-colheita dos frutos (PEREIRA et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005).

4.2.4 Razão de sólidos solúveis/ acidez total titulável (SST/ATT)

Os valores médios obtidos para a relação sólidos solúveis/ acidez total titulável (ratio) das amostras OD atingiram 20,25, os quais mostram que não houve variabilidade significativa entre as observações até o 21^o dia de armazenamento. Estes resultados refletem o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e açúcares provocado pelo tratamento osmótico que proporciona o incremento de sacarose nas células do fruto, indicando uma boa relação entre o sabor e concentração de açúcares dessa fruta, sugerindo que podem ser consumidas após o tratamento OD (BUENO, 2005).

4.2.5 Vitamina C

A média máxima de vitamina C obtida para as fatias de goiabas OD foi de 77,93mg de ácido ascórbico 100^{-1} g (Tabela 3) durante o armazenamento. Isto comprova que as perdas deste composto são geralmente mais rápidas devido ao processamento, temperaturas altas de armazenamento e/ou processamento mínimo em frutas (DUSSAN, 2003).

As goiabas fatiadas, cuja superfície de exposição é maior, apresentam maiores taxas de respiração e, conseqüentemente, maiores alterações fisiológicas e bioquímicas que o tecido inteiro (PORTE e MAIA, 2001; ARRUDA et al, 2003).

4.2.6 Açúcares redutores (AR) e Açúcares totais (AT)

A evolução dos açúcares redutores e açúcares totais (Tabela 3) durante o armazenamento atingiu 4,87% e 15,82%, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Argandoña, (2005) e Pereira et al. (2003). Estes mesmos autores afirmam que frutos submetidos ao processamento de desidratação em sacarose (OD) apresentam maiores quantidade de AR em relação aos frutos “in natura”, devido o processo osmótico contribuir para hidrólise da sacarose dos frutos durante o processo de desidratação.

O tratamento osmótico proporcionou incremento de sacarose nas fatias de goiabas, sendo verificados 14,82% de açúcares totais para as amostras OD. Esse acréscimo na concentração de sacarose intracelular dos frutos em relação às fatias de goiabas controle está relacionado com a troca de solutos realizada durante o processamento osmótico (Argandoña, 2005). De acordo com a legislação para obtenção de polpa de frutas, o valor máximo de sacarose é de 15% (BRASIL, 2000). Assim, a goiaba OD é uma alternativa de produção de polpa de fruta sem a adição de açúcar ou água. Característica esperada pela indústria para o processamento, considerando que o conteúdo de açúcar total intensifica o sabor da fruta.

4.2.7 Antocianinas Totais

A média obtida para a concentração de antocianina foi em torno de 0,19mg 100g⁻¹ de extrato para as amostras OD (Tabela 3). De acordo com as equações de regressão, não foi verificado diferença significativa da concentração de antocianina ao longo do período de armazenamento. Estes valores se encontram semelhantes aos teores de antocianinas obtidos para suco de goiaba, após a formulação e pasteurização (FERNANDES, 2007).

O incremento de açúcares intracelular, atmosfera modificada e temperatura de 5°C favoreceram a manutenção do pigmento antociânico, pois as antocianinas podem ser degradadas durante o processamento e a estocagem, se o produto não for submetido a um tratamento que proteja esse pigmento (SADILOVA et al., 2009).

4.2.8 Perda de massa

No parâmetro perda de massa apresentado na Tabela 3 do segundo experimento, pode-se observar através da análise de regressão a nível de 5% de significância que a média atingida para as amostras de goiabas OD não diferiu significativamente entre si, atingindo 2,55% de perda de massa. Foi considerado como fator importante para as amostras tratadas com sacarose, pois os frutos controle tiveram perda de 5,62%.

Considerando a perda de massa como uma variável que está diretamente associada com a qualidade do produto, observou-se que as amostras OD tiveram 54,62% a menos de perda de massa que as amostras controle. Este resultado mostra que, ao final do armazenamento de 21 dias, a aparência das fatias de goiabas do tratamento OD estava melhor quando comparadas com as fatias de goiaba controle.

4.2.9 Umidade

Os resultados obtidos para umidade (Tabela 3) das fatias de goiabas osmoticamente desidratadas atingiram um valor de 57,10% após a desidratação osmótica. As amostras de goiabas mantiveram essa umidade até o final do período de conservação sem apresentar alteração significativa. Esse comportamento mostra que o processo de desidratação osmótica foi eficiente para redução da umidade inicialmente e o armazenamento a temperatura de 5°C associado à atmosfera modificada pelo uso de embalagens PET para o acondicionamento dos frutos foi adequado à manutenção da umidade.

Os valores de umidade encontrado neste trabalho foram inferiores aos valores encontrados por Pereira et al. (2003), quando estudaram a umidade de goiaba 'Paluma' osmoticamente desidratada e observaram que, primeiramente, ocorreu o equilíbrio da umidade das amostras e o ambiente e, após esse período, a umidade se manteve até o final do armazenamento.

4.2.10 Cinzas

Verifica-se que o conteúdo de cinzas das amostras OD foi 0,62% de matéria orgânica (Tabela 3) para as fatias de goiaba sem haver variabilidade comprovada estatisticamente durante o período de armazenamento das amostras. Estes resultados se mostraram muito próximo aos valores das amostras controle, discordando dos resultados encontrados por Queiroz (2008), que afirmou ter ocorrido à solubilização de alguns minerais dos tecidos da fruta para solução hipertônica por serem solúveis em água, chegando a 20% de perda após o tratamento osmótico de conservação.

4.2.11 Cor da polpa de goiaba, parâmetros a* L* b* c* e h* (hue)

- **Vermelho (a*)**

O parâmetro a* mostrado na Figura 10, representante da cor vermelha da goiaba OD, apresentou diferença significativa entre as amostras nos definidos tempos de estocagem, de acordo com a equação de regressão apresentada na mesma figura.

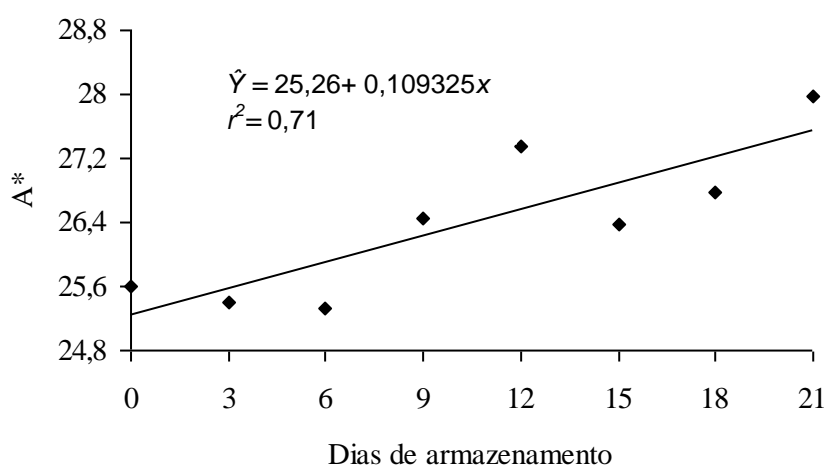


Figura 10: Parâmetro a* representativo da cor vermelha da goiaba ‘Paluma’, osmoticamente desidratada, em função dos dias de armazenamento.

Observou-se que, durante 21 dias de armazenamento das fatias de goiaba, houve influência do tempo de armazenamento com relação à cor das goiabas OD, onde os frutos se tornaram mais escuros, ou seja, mais vermelhos. Pode-se considerar que o tratamento osmótico proporcionou leve caramelização dos açúcares desde que houve a redução do conteúdo de água das goiabas, acréscimo de sacarose intracelular, que definiu o componente vermelho das fatias de goiaba. Isso pode ter ocorrido devido às condições de processamento e armazenamento que não foram adequadas para manter a cor vermelha das amostras. Pereira (2002) observou que a cor vermelha das goiabas osmoticamente desidratadas permaneceu inalterada durante o armazenamento.

- **Luminosidade**

Com relação à variabilidade de L^* das fatias de goiaba OD, observou-se, na Tabela 3, que não houve diferença significativa durante o período de armazenamento. Os valores foram semelhantes aos observados por Pereira (2002), que estudou goiabas OD e encontrou valores de L^* (luminosidade) em torno de 35. As fatias de goiaba OD tiveram aumento relativo do parâmetro (L^*) após a desidratação, provocando um efeito de cor mais agradável nas fatias de goiaba. O valor máximo atingido de L^* para fatias de goiaba OD foi 38,01, sendo bem próximo ao encontrado para as fatias controle, que foi de 35.

Os autores Falade et al. (2007) explicaram que o aumento no L^* ocorreu devido à impregnação de solutos na fruta e pela concentração dos pigmentos presentes, devido à perda de água ocorrida ao longo do processo osmótico.

- **Amarelo (b^*)**

A cor amarela das fatias de goiabas OD (Tabela 3) identificada pelo parâmetro b^* durante a estocagem atingiu variabilidade máxima de 17,51 sem alterações significativas até o período de 21 dias, mostrando que não houve elevadas degradações de pigmentos fotossintéticos amarelados e a cor vermelha prevaleceu.

- **Croma (c^*)**

A evolução da variabilidade do croma (c^*) das fatias de goiaba está apresentada na Figura 11.

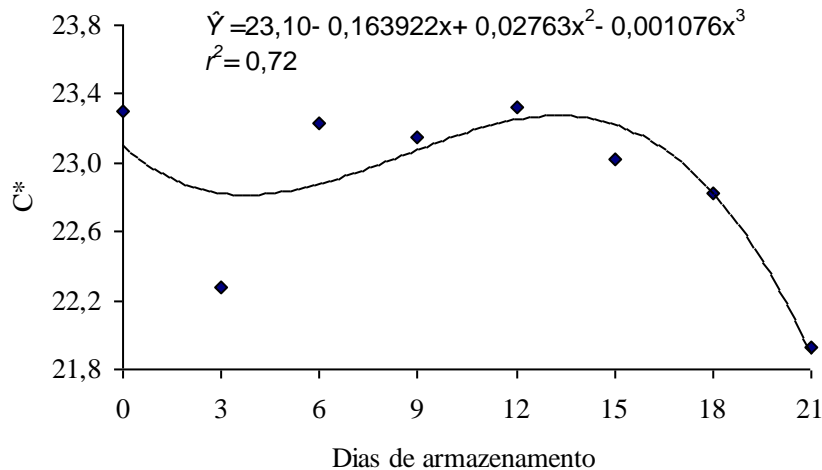


Figura 11: Parâmetro c^* representativo do croma das fatias de goiaba ‘Paluma’, osmoticamente desidratadas, em função dos dias de armazenamento.

Quanto maior o valor de croma, mais pura e intensa será a cor predominante (vermelha). O croma dos frutos foi afetado positivamente pela desidratação osmótica e temperatura de armazenamento, mostrando que o processo osmótico intensificou a cor vermelha do fruto. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (2006), que estudaram fatias de mamão e melão desidratados em solução osmótica a 50°Brix e Ito et al. (2007), que estudaram o efeito da desidratação osmótica nos parâmetros de cor da manga.

- **Ângulo de cor (hue)**

O ângulo hue é a média de vermelho, amarelo e azul. Quando o valor de (hue) ângulo é superior a 90°, significa que o produto é menos amarelo, sendo mais acentuado o tom verde. Por outro lado, quando o ângulo (hue) é inferior a 90°, significa que o produto é alaranjado (POMERANZ e MELOAN, 1987).

Com base nesta fundamentação, os resultados observados da Tabela 3 indicam que o ângulo está relativamente menor que 90°, deixando claro que

a intensidade de cor da goiaba foi influenciada pelo tratamento osmótico, sem expressar diferenças significativas, durante o período de armazenamento.

4.3 Evolução dos parâmetros físico-químicos das fatias de goiabas pré-desidratadas e secas em estufa (ODseco)

A Tabela 4 apresenta os resultados dos parâmetros de qualidade obtidos para as fatias de goiabas pré-desidratadas e secas (ODseco) em estufa a 60°C/8horas e armazenadas em embalagens PET e temperatura de 5°C por 24 dias de armazenamento.

Tabela 4: Análise de regressão com a equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores, açúcares totais, antocianina, perda de massa, umidade, cores a^* , L^* , b^* , c^* e h^* de frutos de goiaba do tratamento osmoticamente desidratado e seco

Variáveis	Análise de regressão
pH	$\hat{Y} = 4,26 - 0,15144x + 0,012099x^2 - 0,000283x^3$ $r^2 = 0,91$
SST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,13$
Acidez total titulável	$\hat{Y} = 0,98 - 0,015838x + 0,001658x^2 - 0,000043x^3$ $r^2 = 0,60$
SST/ATT	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,97$
Vitamina C	$\hat{Y} = \bar{Y} = 45,23$
Açúcares redutores	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,92$
Açúcares totais	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,63$
Antocianina	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,25$
Perda de massa	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,90$
Umidade	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,23$
Cinzas	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,722$
Cor a^*	$\hat{Y} = 27,39 + 0,186944x$ $r^2 = 0,94$
Cor L^*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,50$
Cor b^*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,06$
Cor c^*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 21,53$
Cor h^*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 36,61$

4.3.1 pH

Os resultados da evolução do pH das amostras de fatias de goiabas osmoticamente desidratadas e seca (ODseco) em estufa estão apresentados na figura 12.

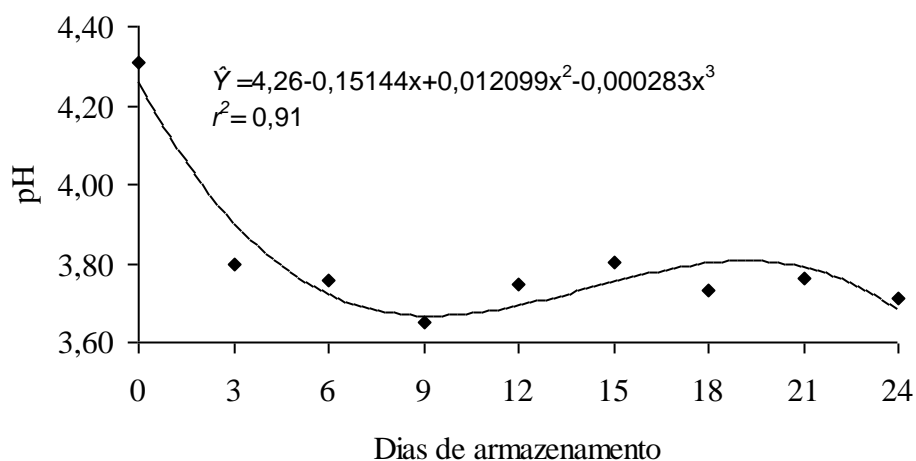


Figura 12: pH das fatias de goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.

O pH das fatias de goiaba do tratamento ODseco inicialmente foi 4,3, reduzindo para 3,62 até o 9º dia de armazenamento. Após esse período, o pH teve tendência a aumentar, no entanto, no final do período de armazenamento das fatias de goiaba ODseco, verificou-se que o pH atingiu 3,74, sendo pH semelhante ao pH das fatias de goiaba controle (pH 3,87) e OD (pH 3,76). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Córdova (2006), que verificou pH em torno de 3,9 para maçã comercial desidratada osmoticamente.

4.3.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

A média dos teores de sólidos solúvel totais (SST) das amostras do tratamento ODseco apresentado na Tabela 4 atingiu o valor de 20,13°Brix sem ocorrência de variabilidade significativa desta variável durante o período de armazenamento dos frutos. Estes resultados estão próximos aos encontrados por Campos et al. (2011) que relacionou este acréscimo de sólidos solúveis à redução da concentração de água livre no interior do fruto em função do processamento osmótico e a secagem.

4.3.3 Acidez total titulável (ATT)

O perfil dos dados obtidos para acidez total titulável (ATT) de fatias de goiaba durante 24 dias de armazenamento está apresentado na Figura 13.

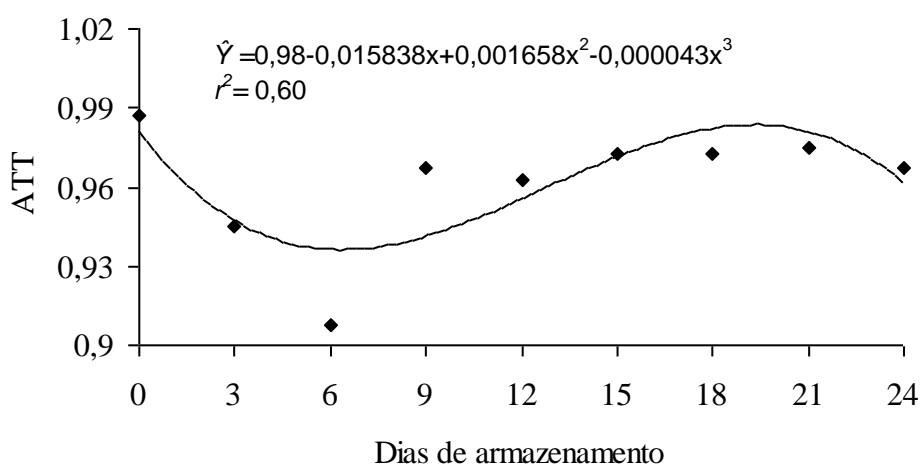


Figura 13: Acidez total titulável (% de ácido cítrico) das fatias de goiaba 'Paluma', osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.

Durante o período de conservação, observou que inicialmente a acidez total titulável das fatias de goiabas do tratamento (ODseco) apresentou

decréscimo do teor da acidez titulável. No 6º dia, observou um valor de 0,91% de ácido cítrico e, a partir desse período, o comportamento da acidez titulável foi crescente tendendo a se manter em torno de 0,98% de ácido cítrico. Esse comportamento está relacionado à variabilidade dos frutos usados na repetição e o ponto de maturação dos mesmos (CAMPOS et al., 2011).

4.3.4 Razão de sólidos solúveis / acidez total titulável (Ratio)

De acordo com a análise de regressão observada na Tabela 4, os valores médios obtidos para a razão de sólidos solúveis / acidez total titulável das amostras do tratamento ODseco atingiram um valor de 20,97, não apresentando diferença significativa em relação ao tempo de armazenamento. Os valores apresentados neste trabalho estão próximos aos observados por Mattiuz et al. (2003), que estudaram goiabas 'Paluma' minimamente processadas.

4.3.5 Vitamina C

O teor de vitamina C das fatias de goiaba do tratamento ODseco foi 45,23mg de ácido ascórbico 100g⁻¹ de polpa (Tabela 4), durante o período de armazenamento. Esses valores encontrados mostram que o conteúdo de vitamina C foi baixo, porém, estão dentro do mínimo exigido pela legislação, para polpa de goiaba, que é 40mg de ácido cítrico 100g⁻¹ (BRASIL, 2000). Evangelista e Vieites (2006), quando avaliaram polpa de goiaba congelada, obtiveram valores variando em torno de 58mg de ácido cítrico 100g⁻¹ de polpa, semelhantes aos valores encontrados neste estudo com fatias de goiabas ODseco.

Estudos comprovam que durante o armazenamento podem ocorrer perdas de diversos componentes do fruto, inclusive de vitamina C, uma vez que parte dele é perdido durante o transporte, armazenamento e processamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005; ARGÃNDONA, 2005).

As amostras do tratamento (ODseco) apresentaram ressecamento, esbranquiçamento do mesocarpo e perda do frescor após 24 dias. O tecido esbranquiçado e ressecado, que se formou na superfície das goiabas

minimamente processada, foi denominado ponto de descarte do material, pois tornou o produto com aparência envelhecida e não adequada à comercialização.

4.3.6 Açúcares redutores (AR) e Açúcares totais (AT)

Observou-se que a média 6,92% de açúcares redutores e 17,63% de açúcares totais, durante o período de estocagem das fatias de goiaba 'Paluma' do tratamento ODseco, foi afetada somente pelo tratamento osmótico, pois, durante o armazenamento das amostras de goiaba ODseco, não se verificou alterações significativas do conteúdo de açúcares.

O processo de desidratação seguido por secagem em goiabas teve influência positiva sobre os valores de açúcares totais (ART), sugerindo a conservação dos frutos ODseco por um prolongado período de tempo sem haver a degradação da matéria prima.

4.3.7 Antocianinas Totais

A média da concentração de antocianinas totais foi 0,25mg 100mL⁻¹ de extrato (Tabela 4), durante o período de armazenamento. As antocianinas são pigmentos muito instáveis, podendo ser degradados durante o processamento e a estocagem (ROSSO e MERCADANTE, 2007; SADILOVA et al., 2009). No presente estudo com goiabas ODseco, não foi observado alteração significativa do teor de antocianina ao longo do armazenamento.

4.3.8 Perda de massa

Observou-se que no parâmetro perda de massa a média obtida atingiu em torno de 0,90% de perda (Tabela 4), durante o armazenamento. Não constou como perda significativa, pois o tratamento ODseco contribuiu para redução da massa durante o processo de secagem dos frutos.

4.3.9 Umidade

As análises da evolução do conteúdo de umidade das fatias de goiabas do tratamento ODseco apresentadas na Tabela 4 indicam que a média de umidade das amostras foi em torno de 20,23% do início ao final do período de estocagem. Observando estes resultados, pode-se afirmar que o pré-tratamento osmótico à secagem (ODseco) foi efetivo na redução da umidade, juntamente com o armazenamento refrigerado, e a utilização de embalagem PET favoreceu a manutenção da umidade das amostras até o 24º dia de armazenamento sem alteração significativa desse parâmetro.

4.3.10 Cinzas

Pode-se observar que a média dos resultados obtidos para o teor de cinzas das fatias de goiaba do tratamento ODseco foi 0,72% (Tabela 4) sem apresentar alterações significativas durante o armazenamento dos frutos.

Segundo Hardisson et al. (2001), muitos fatores podem afetar as concentrações de mineral das plantas, como: variedade, estado de maturação, tipo e condição do solo, fertilização, irrigação e clima.

4.3.11 Parâmetros a^* L^* b^* c^* e h^* representativos da cor das fatias de goiaba

- **Vermelho (a^*)**

A evolução do parâmetro a^* representativo da cor vermelha das fatias de goiaba do tratamento ODseco está apresentado na Figura 14.

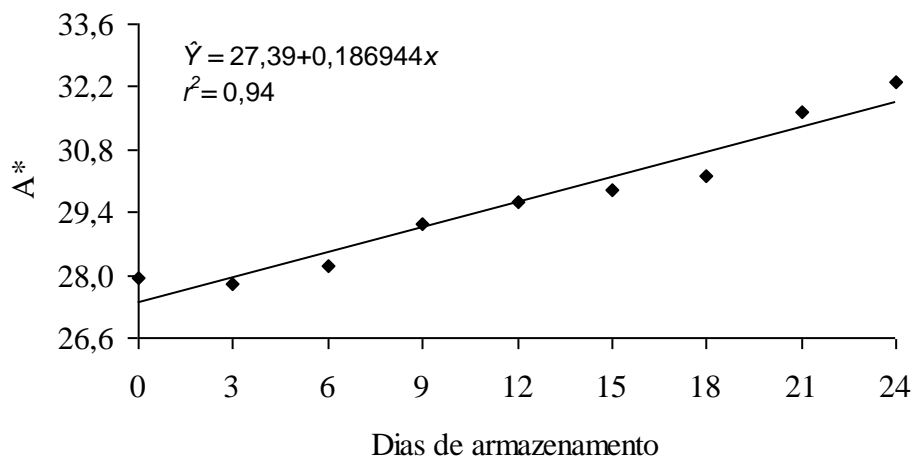


Figura 14: Parâmetro a^* representativo da cor vermelha das fatias de goiaba 'Paluma'; osmoticamente desidratadas e secas, em função dos dias de armazenamento.

De acordo com a equação de regressão observada na figura 14, pode-se afirmar que os valores obtidos para o parâmetro representativo da cor (a^*) das fatias de goiabas após o pré-tratamento osmótico à secagem e durante o armazenamento apresentaram-se estatisticamente diferentes em relação ao período de armazenamento. As fatias de goiabas do tratamento ODseco sofreram influência do tempo de armazenamento, caracterizado pelo aumento de a^* .

- **Luminosidade**

Com relação ao parâmetro L^* , luminosidade, das fatias de goiaba (ODseco), pode-se observar que o valor máximo foi 19,50 (Tabela 4). De acordo com a equação de regressão, este valor reflete a mínima variabilidade estatisticamente comprovada entre as amostras durante o período de armazenamento.

O L* de 19,50 mostra escurecimento da polpa de goiaba, podendo estar relacionado ao processo de desidratação osmótica, secagem e a injúria causada pelo processamento mínimo que provoca o rompimento das células com consequente extravasamento do líquido celular o qual sofre oxidação dos compostos fenólicos, promovendo o aparecimento de coloração marrom e posterior aceleração da produção de etileno (MORITZ e TRAMONTE, 2006).

- **Amarelo (b*)**

Pode-se observar que o valor obtido para o parâmetro b* representativo da cor amarela foi 17,06 (Tabela 4). A evolução da cor amarela das fatias de goiaba submetido à desidratação e secagem em estufa não apresentou variabilidade significativa durante o período de estocagem de 24 dias. A cor levemente amarelada deve-se à formação de pigmentos de cor caramelo, que contribuem para o escurecimento não enzimático (FERNANDES et al., 2007).

- **Croma (c*)**

O valor de croma foi 21,73 (Tabela 4). Refletiu o grau de saturação da cor a* e b* durante o período de estocagem das amostras (ODseco). De acordo com os cálculos de regressão, não foi verificado diferença estatística a nível de 5% de significância entre as amostras, comprovando a intensificação do tom vermelho que, de acordo com o parâmetro a*, atingiu 32 ao final do período de armazenamento devido ao tratamento osmótico e secagem.

- **Ângulo de cor (hue)**

Os resultados do ângulo (hue) apresentado na Tabela 4 revelam que a média obtida foi 36,61, deixando claro que a intensidade de cor vermelha da goiaba foi influenciada pela combinação da desidratação osmótica de sacarose, secagem e o armazenamento. O ângulo (hue) pode ser considerado como um

parâmetro relevante da qualidade, pois a intensa coloração vermelha da polpa é desejável pelo consumidor.

4.4 Comparação entre as características físico-químicas dos tratamentos: Controle, OD e ODseco

Os resultados das análises físico-químicas efetuadas nas fatias de goiabas processadas e submetidas aos diferentes tratamentos em comparação com as amostras controle, durante o período máximo de conservação das goiabas, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Análise de regressão com a equação estimada (\hat{Y}), coeficiente de determinação (r^2) e pontos críticos para as variáveis pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ratio (SST/ATT), vitamina C, açúcares redutores (AR), açúcares totais (ART), antocianina, perda de massa, umidade, cores a*, L*, b*, c* e h* de goiaba “in natura”, osmoticamente desidratado e osmoticamente desidratado e seco

Variáveis	Análise de regressão		
	“in natura”	Osmoticamente desidratado	Osmoticamente desidratado e seco
pH	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,87$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,76$	$\hat{Y} = 4,26 - 0,15144x + 0,012099x^2 - 0,000283x^3$ $r^2 = 0,91$
SST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,11$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,73$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,13$
ATT	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,74$	$\hat{Y} = 0,72 - 0,016974x + 0,002096x^2 - 0,000058x^3$ $r^2 = 0,86$	$\hat{Y} = 0,98 - 0,015838x + 0,001658x^2 - 0,000043x^3$ $r^2 = 0,60$
SST/ATT	$\hat{Y} = \bar{Y} = 11,07$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,25$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,97$
Vitamina C	$\hat{Y} = \bar{Y} = 127,68$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 77,93$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 45,23$
AR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,57$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,87$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,92$
ART	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,02$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 15,82$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,63$
Antocianina	$\hat{Y} = 0,362 + 0,005387x - 0,000883x^2$ $r^2 = 0,99$ <i>Ponto de máximo: 3,05 dias</i> <i>Resposta máxima: 0,37 Mg100g⁻¹ de extrato</i>	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,19$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,25$
Perda de massa	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,62$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,55$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,90$
Umidade	$\hat{Y} = \bar{Y} = 87,12$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 57,10$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 20,23$
Cinzas	$\hat{Y} = 0,521 + 0,023878x - 0,001344x^2$ $r^2 = 0,90$ <i>Ponto de máximo: 8,88 dias</i> <i>Resposta máxima: 62,7 %</i>	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,620$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,722$
Cor a*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,28$	$\hat{Y} = 25,26 + 0,109325x$ $r^2 = 0,71$	$\hat{Y} = 27,39 + 0,186944x$ $r^2 = 0,94$
Cor L*	$\hat{Y} = 3,84 - 2,977271x + 0,589098x^2 - 0,028146x^3$ $r^2 = 0,71$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 38,01$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,50$
Cor b*	$\hat{Y} = 12,88 - 1,376653x + 0,239517x^2 - 0,010674x^3$ $r^2 = 0,92$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,51$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,06$
Cor c*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 19,48$	$\hat{Y} = 23,10 - 0,163922x + 0,02763x^2 - 0,001076x^3$ $r^2 = 0,72$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 21,53$
Cor h*	$\hat{Y} = \bar{Y} = 32,58$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 30,81$	$\hat{Y} = \bar{Y} = 36,61$

De acordo com as equações de regressão, o pH, teor de acidez total titulável (ATT) e cinzas, durante o período de armazenamento, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Com relação ao pH, a adição de ácido cítrico na solução osmótica, para ajustar o pH em 3, exerceu ação tamponante evitando elevadas alterações. Marques et al. (2007) também obtiveram comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho.

Para todos os outros itens de qualidade avaliados, houve diferença significativa entre os tratamentos.

A desidratação osmótica promoveu acréscimo dos sólidos solúveis totais e redução da umidade de goiabas. As amostras após o processo de desidratação alcançaram 13,73°Brix e as amostras pré-desidratadas e submetidas ao processo de secagem atingiram em torno de 20,13°Brix, apresentando diferença significativa em relação às amostras controle (Tabela 5). Os valores superiores de sólidos solúveis alcançados pelo tratamento osmótico e principalmente pelo tratamento osmótico+secagem podem ser um indicativo da redução da concentração de água livre no interior do fruto promovido pela troca de soluto durante o processo de desidratação.

Os valores alcançados para umidade das amostras controle, OD e ODseco foram 87,12%, 57,10% e 20,23%, respectivamente. Com base nestes resultados, pode-se afirmar que houve redução de 34,45% da umidade das amostras do tratamento osmótico e 76,77% de redução de umidade das amostras submetida à desidratação osmótica+secagem a 60°C/8horas. O processo de desidratação osmótica, seguido de secagem, foi eficiente para redução da umidade e manteve as amostras com qualidade físico-química superior ao tratamento controle e similar as amostras OD, porém o período de estocagem foi superior. Para as goiabas do tratamento ODseco, não foi possível observar gotículas de água dentro das embalagens devido à baixa umidade. Nas amostras controle e OD houve o aparecimento de gotículas de água no interior da embalagem, que favoreceu a deterioração das mesmas e tornou os frutos com aparência depreciada, indicando estágio de senescência e interferência no tempo de armazenamento.

Os teores de vitamina C e antocianinas, encontrados nas fatias de goiaba dos tratamentos controle, OD e ODseco, de acordo com a Tabela 5,

sofreram perdas significativas do composto durante o processamento osmótico e a secagem. Como ponto relevante, foi observado que, durante o armazenamento, não houve alteração de ambos. Pesquisas têm demonstrado que o incremento de açúcares intracelular, atmosfera modifica e temperatura de 5°C mantêm a vitamina C e o pigmento antociânico (FERNANDES, 2007).

Além dos parâmetros avaliados, a cor das fatias de goiaba merece destaque no processo de conservação, pois é o processo mais importante que ocorre no decorrer da maturação dos frutos e sofre influência externas durante o período de armazenamento. A cor vermelha da goiaba, representada pelo parâmetro de cor a^* , foi influenciada positivamente pelo tratamento osmótico, secagem e, durante o armazenamento, foi observada tendência ao escurecimento das amostras. O uso da pressão osmótica apresenta vantagens sobre características de cor, além de diminuir o escurecimento enzimático durante o processo de estocagem das amostras. Os frutos se tornaram com tom mais agradável e desejado pelo consumidor. Portanto, pode se afirmar que o processo de desidratação osmótica, seguido da secagem utilizado para conservação das goiabas minimamente processadas, associado à embalagem e refrigeração, sugere efetividade por retardar o processo de senescência e inibir o metabolismo respiratório do produto, que proporciona manutenção da qualidade físico-química e possibilita aumento da vida de prateleira do produto.

As fatias de goiabas dos tratamentos OD e ODseco foram consideradas uma alternativa de produção de polpa de fruta sem a adição de açúcar ou água. Característica relevante para o processamento de frutos pela indústria, pois o conteúdo de açúcar total intensifica o sabor da fruta.

Este trabalho demonstrou que o processamento mínimo de alimentos é considerado como uma tecnologia alternativa à redução das perdas pós-colheita de produtos perecíveis e pode contribuir para um maior desenvolvimento da agroindústria. O tratamento osmótico e a secagem possuem inúmeras vantagens, pois contribuem para o baixo custo e alto rendimento na conservação de goiabas. Pode-se citar o processo como uma alternativa rentável, sendo considerado como melhoria e definição do processo de conservação de frutos com efetiva padronização e melhor conservação de

uma matéria-prima, como a goiaba, disponível na região, de baixo custo para fins de produção industrial e de pesquisa.

Para os produtores, as principais vantagens são agregar valor ao produto, eliminar intermediários, reduzir perdas e obter preços constantes ao longo do ano sem depender de cotações sazonais. O consumidor, mais exigente, avalia a qualidade dos produtos adquiridos, considerando principalmente quesitos como valor nutritivo, praticidade e condições higiênico-sanitárias.

5 CONCLUSÕES

Entre os tratamentos utilizados para conservar os frutos de goiaba minimamente processadas e secas em estufa, foi o tratamento osmótico seguido de secagem, pois as propriedades físicas-químicas e a qualidade nutricional se mantiveram estáveis durante o período de armazenamento.

Com base nestes resultados, pode-se sugerir a desidratação osmótica seguida de secagem como uma alternativa à redução de perdas pós-colheitas de produtos perecíveis, que pode contribuir para o desenvolvimento da agroindústria.

REFERÊNCIAS

ADE-OMOWARE, B. I. O.; RASTOGI, N. K. ANGERBACH, A.; KNORR, D. Osmotic Dehydration of Bell Peppers: influence of high intensity electric field pulses and elevated temperature treatment. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n. 54, p.35-43, 2002.

AGNELLI, M. E.; MARANI, C. M.; MASCHERONI, R. H. Modeling of Heat and mass transfer during (osmo) dehydrifreezing of fruits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n° 69, p. 415-424, 2005.

AGUILERA, J. M.; PARADA E. CYTED, D. An Ibero-American project on moisture foods and combined methods technology. **Food Research International**, México, v.25, p. 159-165, 1992.

AGRINUAL, 2005. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo. **FNP - Consultoria e Comércio**, p. 495 - 502, outubro, 2004. Disponível em <<http://www.fnp.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011

AGRINUAL, 2008. Anuário Estatístico de Agricultura Brasileira. São Paulo: **FNP Consultoria e Comércio**, p. 142-147. Disponível em <<http://www.fnp.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

AGROMILLORA TAPERÃO. **Desenvolvimento de mudas: Goiaba**. Disponível em: <<http://www.agromillorataperao.com.br/goiaba>> Acesso em: 10 jul. 2011.

ALVES, D. G.; BARBOSA JR., J. L.; ANTONIO, G. C.; MURR, F. E. X. Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). **Journal of Food Engineering**, London, v.68 p. 99–103, 2005.

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1281-1286, 2007.

ALZAMORA, S. M.; ARGAIZ, A.; WELTI, J. Fruit preservation by combined factors. **Food Research International**. Vol. 25, p. 159-165, 1992.

ALZAMORA, S.M.; ARGAIZ, A., WELTI, J. Fruit preservation by combined factors. **Food Research International**, 1992. In: AGUILERA, J. N. ; PARADA, . Cited AHI: An Ibero-American project on intermediate moisture foods and combined methods technology. **Food Research International**, Oxford, v. 25, p. 159-165, 1992.

ANDRADE, S. A. C.; BARROS NETO, B.; SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B. Influência de revestimentos comestíveis na redução de ganho de sólidos em jenipapos desidratados osmoticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, nº 27, v.1, 39-43, 2007.

ANGELINI, R. **Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L.): estudo da reutilização da solução osmótica**. Campinas, 2002. 72p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, 2002.

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.)**. Campinas, 2002. 105p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, 2002.

ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; FILHO, M. S.M. S. F.; BORGES, M. F. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, v.27, n.1, p.157-160, 2005.

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis, (method 934.06). 16. ed., 37p. 4, Arlington: **Published by AOAC International**, cap. 3, 1995.

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16^a ed., Gaithersburg: **Published by AOAC International**, v.2, cap. 32, p.1-43,1997.

ARGANDOÑA, E. J. S. **Desidratação de goiaba por imersão e secagem**. Campinas, 1999. 102p. Dissertação (Mestre em engenharia de alimentos) – Faculdade de engenharia de alimentos – UNICAMP, 1999.

ARGANDOÑA, E. J. S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. Campinas, 2005. 172p. Tese (Doutorado em engenharia de alimentos) – Faculdade de engenharia de alimentos - UNICAMP, 2005.

ARIAS, R.; LEE, T. C.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of Lycopene Measured by HPLC with the L*, a*, b* Color Readings of a Hydroponic Tomato and the Relationship of Maturity with Color and Lycopene Content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New Jersey – USA, v.48, p.1697-1702, 2000.

ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.74-76, 2003.

AZZOLINI, M. **Fisiologia de pós-colheita de goiabas “Pedro Sato”: estádios de maturação e padrão respiratório**. Piracicaba, 2002. 100p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

AYALA, A. A. A.; SERNA, C. L.; GIRALDO, C. C. J. Efecto de la Agitación sobre la Deshidratación Osmótica de Pithaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus* s.)

empleando soluciones de Sacarosa. **Interciencia**, Caracas, nº7, v.34, p. 492-496, 2009.

BAKKER, J.; BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C. F. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of Portwine colour. *Vitis* **25**: 67-78, 1986.

BASTOS, M. S. R. Processamento mínimo de frutas. **EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Agroindústria familiar. 38p. Brasília - DF, 1^o edição, 2006.

BASHIR, H. A.; ABU-BAKR; ABU-GOUKH, A. Compositional changes during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, v.80, p.557 – 563, 2003.

BRASIL, 2000. **Leis, Decretos etc. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. Aprova os regulamentos técnicos para a fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa das seguintes frutas: acerola, cacau, cupuaçu, graviola, açaí, maracujá, caju, manga, goiaba, pitanga, uva, mamão, cajá, melão e mangaba, 2000.

BUGGNHOUT, S. V.; GRAUWET, T.; LOEY, A. V. HENDRICKX, M. Use of Pectin methylesterase and calcium in osmotic dehydration and osmodehydrofreezing of strawberries. **European Food Res Technology**, London, nº226, p.1145-1154, 2008.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. Curitiba, 2005. 97p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2005.

BRUNO, R. S.; WILDMAN, R. E. C. AND SCHWARTZ, S. J. **Lycopene: Food Sources, Properties, and Health**. In: Wildman, R. E. C. **Handbook of nutraceuticals and functional foods**, Boca Raton: Ed. Taylor and Francis, 2 ed. p. 55-68, 2007.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 394-396, 2003.

CALVO, C.; DURÁN, L. Propriedades Físicas II – Ópticas y Color. In:122 CITED Instituto Politécnico Nacional. **Temas en Tecnología de alimentos**, v.1, Mexico, ed: José Miguel Aguilera, v.1, p261-288, 1997.

CAMARGO, G. A.; MORETTI, R. H.; LEDO, C. A. S. Quality of dried tomato pretreated by osmotic dehydration, antioxidant application and addition of tomato concentrate. Drying 2004 – **Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)**, v.C, p.2207-2215, 2004.

CAMPO, J. T. HASEGAWA, P. N. PURGATTO, F. L. CORDENUNSI, B. R. Qualidade pós-colheita de nêspersas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e atmosfera modificada. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas - SP, 27(2): 401 - 407, 2007.

CAMPOS, A. J.; FUJITA, É.; MORAES, M. R.; NEVES, L. C. VIEITES, R. L.; CHAGAS, E. A. Conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ minimamente processadas e irradiadas. **Centro de Ciências Agrárias** - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, v. 5, n. 1, p. 66-74, 2011.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'**. Piracicaba, 2004. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, 2004.

CAVIGLIONE, J. H; KIIHL, L. R. B; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná, 2000. <<http://www.iapar.br>> acesso em: 10 set. 2011.

CENSO AGROPECUÁRIO, 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>, acesso em: 19 agost. 2011.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã fugi comercial e industrial**. Curitiba, 2006. 141 pág. Dissertação (Tecnologia de Alimentos) UFPR, 2006.

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G. Changes in mechanical properties throughout osmotic processes (Cryoprotectant effect). **Journal of Food Engineering**, v.49, p.129-135, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 320 p. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 785 p. 2 ed. Ver. e ampl. Lavras: UFLA, **Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2005.

CHOODBURY, M. M. Goiaba. Pós-colheita, **Embrapa, Frutas do Brasil**, 19, p. 09-15, 2001.

DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: **Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, v.2. Viçosa, UFV, 2000.

DEROSSI, A.; PILLI, T.; SEVERINI, C.; McCARTHY, M. J. Mass Transfer during Osmotic Dehydration of Apples. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n° 86, p. 519-528, 2008.

DIONELLO, R. G.; BEERBET, P. A. MOLINA, M, A, B.; VIANA, A. P.; CARLESSO, O. V. Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em

soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(4): 701-709, 2007.

DHINGRA, D.; SINGH, J., PATIL, R. T., UPPAL, D. S. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: A review. **Journal of Food Science Technology**, London, v.45, n.3, p.209–217, 2008.

DUSSAN, S. S. D. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*Ficus carica L.*) “roxo de valinhos” e seus efeitos na qualidade da fruta**. Campinas, 2003. 165p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2003.

EL-AOUAR, A. A., AZOUBEL, P. M. e MURR, F. E. X. Drying Kinetics of Fresh and Osmotically Pré-Treated Papaya (*Carica papaya L.*). **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 59, pp. 85-91, 2003.

EL-AOUAR, N. A.; AZOUBEL, P. M.; BARBOSA, J. L. L.; MURR, F. E. X. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (carioca papaya L.). **Journal of Food Engineering**, Oxford, n°75, p.267-274, 2006.

EMATER D. F. **Hortaliças minimamente processadas**. Pesquisa de mercado, Brasília - DF, 2007. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br>>. Acesso em: 02 set. 2011.

ERLE, U.; SCHUBERT, H. Combined osmotic and microwave vacuum dehydration of apples and strawberries. **Journal of Food Engineering**, Germany, v. 49, n. 2-3, p. 193-199, 2001.

ESCOBAR, M. P; GALINDO, F. G.; WADSÖ, L.; NÁJERA, J. R.; SJOHOLM, I. Effect of long-term storage and blanching pré-treatments on the osmotic kinetics of carrots (*Daucus carota L. cv. Nerac*). **Journal of Food Engineering**. Oxford, v.81, p. 313-317, 2007.

ESWARANANDAM, S.; HETTIARACHCHY, N. S.; MEULLENEY, J. Effect os malic and lactic acid incorporated soy protein coating on the sensory atributes os whole Apple and fresh-cut cantaloupe. **Journal os food Science**. Chicago, v. 71, n. 3 p.307-313, 2006.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, p. 76-81, 2006.

FALADE, K. O.; IGBEKA, J. C.; AYANWUYI, F. A. Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. **Journal of Food Engineering**, Nigeria, v. 80, p. 979 - 985, 2007.

FANTUSI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 207-211, 2004.

FAVA, A. R. 2004. FEA é a referência em melhoria de alimentos. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/abril2004.html>. **Jornal da Unicamp**. Acesso em: 07 julh. 2011.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G, A.; SOUZA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIQUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos Nutrição**, Araraquara v.18, n.4, p. 431-438, 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3**. Lavras: DEX/UFLA, 2007. CD-ROM. Software, 2007.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, M. A. S. N.; NORONHA, M. A. S.; Armazenamento de abacaxi minimamente processado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.95-103, 2003.

FRANCISCO, V. L. F. S.; FAGUNDES, P. R. S.; BAPTISTELLA, C. S. L.; AMAROS, A. A. **Cultura de goiaba no estado de São Paulo**. Projeto Lupa. Informações econômicas, São Paulo, V.40, n. 9, set. 2010.

FURTADO, A. A. L.; CABRAL, L. M. C.; ROSA, M. de F.; MODESTA, R. C. D.; PONTES, S. M. Avaliação microbiológica e sensorial da polpa de goiaba tratada termicamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n. especial, p.91-95, 2000.

GONGATTI, N. A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G. Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. **EMBRAPA** – Brasília: SPI, 1996. 35p.: il. (Publicações Técnicas FRUPEX; 20), 1996.

HARDISSON, A.; RUBIO, C.; BAEZ, M.; MARTIN, M.; AVAREZ, R.; DIAZ, E. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 2, p. 153-161, 2001.

HERNÁNDEZ, M. Y.; LOBO, M. G. G. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation os methods. **Food chemistry**, London, 96, p. 654-665, 2006.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; SOUZA, H. A.; PAGLIS, C. M.; SÃO JOSÉ, A. R. Caracterização fenológica da goiabeira 'Pedro Sato'sob diferentes épocas de poda. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n.1, p. 20-24, 2007.

IAL, 2005. INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **métodos físico-químicos para análise de Alimentos**. Ed. Adolfo Lutz, 4ª ed., São Paulo, 2005.

IFPA, 2005. **International fresh-cut produce association**. Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org>>. Acesso em: 29 de agost. 2011.

ITAL, 1990. INSTITUTO de tecnologia de alimentos. **Manual técnico de análise química de alimentos**. Campinas - SP, 1990.

ITO, A. P.; CAVENAGHI, M.; BERTOLDO, C.; PARK, K. J.; HUBINGER; M. D. Efeito do processo de desidratação osmótica a pulso de vácuo na transferência de massa e nas propriedades reológicas e de cor de fatias de manga. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 27, p.54-63, 2007.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; MOREIRA, R. C.; KLUGE, R. A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Iberoamérica”. San José, Costa Rica. p.79-86, abr. 2004.

JIMENEZ, E. A.; RINCON, M.; PULIDO, R.; SAURA, C., F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v.49, n.11, p.5489-5493, 2001.

JOCKIC, A.; GYURA, J.; LEVIC, L.; ZAVARGO, Z. Osmotic Dehydration of Sugar Beet in Combined Aqueous Solutions of sucrose and Sodium chloride. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n°78, p. 47-51. 2007.

KARATHANOS, V. T. Determination of water content of dried fruits by drying kinetics. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 39, p. 337-344, 1999.

KAVATI, R. Produção integrada de goiaba. **Coordenadoria de Assistência Técnica Integral** – CATI, Campinas. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br>>. Acesso: 30 agost. 2011.

KUKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.4, n.1. 2004.

LAFORTUNE, R.; CAILLET, S.; LACROIX, M. Combined effects of coating, modified atmosphere packaging, and gamma irradiation on quality maintenance of ready-to use carrots. (*Daucus carota*). **Journal of Food Protection**, Ames, v.68, n. 2. P. 353-359, 2005.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.48, p.5955-5961, 2000.

LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.

LAZAN, H. e ALI, Z. M. Cell hydrolyases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. **ASEAN Food Journal**, New York, v.8, n.2, p.47-53, 1993.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in cranberries. **HortScience**, Alexandria, v. 7, n.1, p.83-84, 1972.

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

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: Technology and Application. **Drying Technology**, Warszawa, v.14, n.2, p.391-413, 1996.

LEWICKI, P. P.; LUKASZUK, A. Effect of osmotic dewatering on rheological properties of apple subjected to convective drying. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 45, p. 119-126, 2000.

LEWICKI, P. P.; LE, H. V.; LAZUKA, W. P. Effect of pre-treatment on convective drying of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.54, p.141-146, 2002.

LEWICKI, P. P.; LENART, A. **Osmotic dehydration of fruits and vegetables**. In: MUJUMDAR, A. S. (Ed.). **Handbook of industrial drying**. 3 rd ed. Boca Raton, FL: Taylor e Francis, p. 665-687, 2007.

LIMA, A. V. **Qualidade pós-colheita da goiaba ‘Pedro Sato’ tratada com CaClIND.2 e 1-MCP em condições ambiente**. Lavras, 2004. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2004.

LIMA, D. M.; BASILE, F. A.; COLUGNATI, R. M. P.; AMAYA, R. M.; SALAY, E.; GALEAZZZI, M. A. M. **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA-UNICAMP**. T113 Versão II, 105 p. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006.

LIMA, E. A. **Produtividade e qualidade de frutos da goiabeira “Paluma” em função da adubação mineral**. Fortaleza, 2005. 58p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, UFC, 2005.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; NETO, L. G. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Piracicaba, vol.24, n.1, pp. 273-276, 2002.

LIMA, M. S.; PERES, E. M. F.; MACIEL, M. I. S.; OLIVEIRA, V. A. Quality of minimally processed guava with different types of cut, sanification and packing. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(1): 79-87, 2010.

LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas 'Pedro Sato' tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciências e Agrotecnologia, Lavras**, v. 31, n. 3. P. 829-841, 2007.

MALDONADO, S.; SANTAPAOLA, J. E., SINGH, J., TORREZ, M.; GARAY, A. Cinética de la tranferencia de massa durante la deshidratacion osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n° 28, v. 1, p. 251-256, 2008.

MARRERO, A.; KADER, A. A. Optimal temperature and modified atmosphere for keeping quality os fresh – cut pineapples. **Postharvest Biology and Technhology**. Amsterdam, v. 39, p. 163-168, 2006.

MARQUES, L. F.; DUARTE, M, E, M.; COSTA, T, L.; SOUZA, J. S. Efeito da concentração do xarope na desidratação osmótica e na caracterização físico-química do caju. **Revista de Biologia e ciências da terra**, vol. 7, n° 2, 2007.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato': Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.409-413, 2003.

MEDEIROS, C. D.; CAVALCANTE, J. A.; ALSINA, O. L. S. Estudo da desidratação osmótica da fruta da palma (figo da índia). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.153-162, 2006.

MEDINA, T. L.; GALLEGOS, I. J. A.; GONZALEZ, L. R. F.; ROCHA, G. N. E. Drying kinetics of nopal (*Opuntia ficus-indica*) using thee different methods and their effect on their mechanical properties. **LWT – Food Science and Technology**. London, n° 41, p. 1183–1188, 2008.

MENDONÇA, R. D.; FERREIRA, K. S.; SOUZA, L. M. S.; MARINHO, C. S.; TEIXEIRA, S. L. Características físicas e químicas de goiabas 'cortibel 1' e 'cortibel 4' armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.685-692, 2007.

MDIC/SECEX, 2009. **Sistema de análise das informações de comércio exterior (ALICE)**. Disponível em: <<http://www.aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 06 agost. 2011.

MORENO, C. E. J.; GONZALEZ, G. R.; GRAJALES, L. A.; RUIZ, C. M. A.; ABUD, A. M. Water Diffusivity and Color of Cactus pear fruits (*Opuntia ficus-indica*) Subjected to Osmotic Dehydration. **International Journal of Food Properties**, London, n° 8, p. 323–336, 2005.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V. L. C.; Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n.2, 2006.

NETO, L. G. M.; AMARAL, D. S.; MOURA, S. M. A.; PEIXOTO, L. G. Qualidade pós-colheita de goiabas cv. "Paluma" submetidas a aplicação de cloreto de cálcio e armazenadas em temperatura ambiente. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.04, 27-31, 2008.

PAN, Y. K.; ZHO, L. J.; ZHANG, Y.; CHEN, G.; MUJUMDAR, A. S. Osmotic dehydration pretreatment in drying of fruits and vegetables. **Drying Technology**, New York, v.21, n.6, p.1101-1114, 2003.

PALHARINI, M. C. A.; JACOMINO, A. P. Processamento mínimo de goiaba. **Pesquisa e Tecnologia**, vol. 8, n. 30, 2011.

PANADES, G., CASTRO, D. CHIRALT, A.; FITO, P. NUÑEZ, M., JIMENEZ, R. Mass Transfer Mechanisms Occurring in Osmotic Dehydration of Guava. **Journal of Food Engineering**, Oxford, n°87, p. 386-390, 2009.

PAULA, N. R. F.; BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; CARVALHO, R. A.; PICCOLIS, R. H. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras - MG, Brasília - DF e São Paulo - SP. **Ciências Agrotecnica**, vol.33, n.1, p. 219-227, 2009.

PEREIRA, F. M. Cultura da goiabeira. Jaboticabal, São Paulo: Funep, 47 p. 1995.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JR., M. Goiabas para industrialização. Jaboticabal: **Legis Summa**, 142 p. 1986.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. **Goiabeira**. In: **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**, C. H. Bruckner, ed. Viçosa, UFV. p.267-289, 2002.

PEREIRA, F. M.; SÃO JOSÉ, A. R. **Estudo do desenvolvimento dos frutos da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cvs. Paluma e Rica**. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 1987, Campinas. Campinas: SBF, v. 2, p. 469-474, 1987.

PEREIRA, L. M. **Acondicionamento de goiabas minimamente processada por desidratação osmótica em embalagens por atmosfera modificada passiva**. Campinas, 2002. 141p. Dissertação (Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2002.

PEREIRA M. P.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CARDELLO, H. M. A. B.; HUBINGER, M. D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Revista Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, pág. 427- 433-2003.

PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*)

estocadas sob refrigeração em filmes X-Tend. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 16.n 1, p. 11-16, 2005.

PEREIRA, A. C. S. **Qualidade e atividade antioxidante total de frutas tropicais oriundas de cultivar x comerciais produzidas no Ceará**. Fortaleza, 2009. 122p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. UFC, 2009.

PILON, L. **Conservação de abacaxi minimamente processado utilizando como coadjuvante cloreto de cálcio, película comestível e radiação gama**. Piracicaba, 2007. 122p. Tese (Doutorado em Ciências) Centro de Energia nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PINTO, L. C. B. **Qualidade e conservação de pêssegos com utilização de 1-MCP e resfriamento rápido**. Campinas, 2005. 55p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI Universidade Estadual de Campinas/ UNICAMP, 2005.

PINTO, P. M.; **Processamento mínimo de goiaba: estágio de maturação e controle de senescência**. Piracicaba, 2008. 91 p. Dissertação (área de concentração fitotecnia) Faculdade de São Paulo – ESALQ, 2008.

PIOTROWSKI, D.; LENART, A.; WARDZYNSKI, A. Influence of osmotic dehydration on microwave-convective drying of frozen strawberries. **Journal of Food Engineering**, United State, v.65, p.519-525, 2004.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food Analysis – Theory and Practice**. New York, 797p. 3º Ed. Na Aspen publication, Chapman and Hall, 1987.

PRADELLA, J. G. C. Biopolímeros e intermediários químicos. Relatório Técnico nº 84 396-205. **Centro de Tecnologia de Processos e Produtos**. Laboratório de Biotecnologia Industrial - LBI / CTPP, São Paulo, 119p, 2006.

PRINZIVALLI, C.; BRAMBILLA, A.; MAFFI, D.; LO SCALZO, R.; TORREGGIANI, D. Effect of Osmosis Time on Structure, Texture and Pectin Composition of Strawberry Tissue. **European Food Research and Technology**, London, v.224, n.1, p.119-127, 2006.

PROTHON, F.; AHRNÉ, L. M. Application of the Guggenheim, Anderson and de Boer model to correlate water activity and moisture content during osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Engineering**, United State, v. 61, p. 467-470, 2004.

PORTE, A; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.19, p.105-118, 2001.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 666 pág. Campinas - SP, 1999.

QUEIROZ, A. V.; BERBET, P. A.; MOLINA, M. A. B. GRAVINA, G. A. QUEIROZ, L. R. SILVA, J. A. Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(2): 329-340, 2008.

RAMALLO, L. A.; MASCHERONI, R. H. Rate of water loss and sugar uptake during the osmotic dehydration of pineapple. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Florianópolis, v.48, n.5, 2005.

RAOULTWACK, A. L. **Recent advances in the osmotic dehydration of foods**. Trends in Food Science & Technology, Cambridge, v.5, p.255-260, 1994.

RASTOGI, N.K; ANGERSBACH, A.; KNORR, D. Synergistic effect of High Hydrostatic Pressure Pretreatment and Osmotic Stress on Mass Transfer

During Osmotic Dehydration. **Journal of Food Engineering**, Mysore, v.45, p.25–31, 2000.

RIBEIRO V. G.; ASSIS, J. S.; SILVA F. F.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. P. P. Armazenamento de goiabas 'Paluma' sob refrigeração e em condições ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 27 (2): 203-206,2005.

Ribeiro, R. S. M.; Queiroz, J. H.; Lopes, R.; Queiroz, M. E, Campos, F. M.; Pinheiro, S. H. M. Antioxidant in mango (*mangifera indica* L.) pulp. **Plants foods for human Nutrition**, Dordrecht, v. 62, p. 13-17, 2007.

RISTERUCCI, A. M.; DUVAL, M. F.; ROHDE, W.; BILLOTTE, N. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L. **Molecular Ecology Notes**. Oxford, v. 5, p. 745-748, 2005.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 3, p. 935-943, 2007.

SADILOVA, E.; STINTZING, F.C.; KAMMERER, D.R.; CARLE, R. Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. **Food Research International**, Canadian, v. 42, n. 1, p. 1023-1033, 2009.

SILVA, A. V. C.; OLIVEIRA, D. S. N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Temperatura e embalagem para abóbora minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(2): 391-394, 2009.

SINGH, B.; KUMAR, A.; GUPTA, A. K. Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration of carrot cubes. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 79, n. 2, p. 471-480, 2007.

SIRO, I.; DEVLIEGHRE, F.; JACXSENS, L.; UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J. The microbial safety of strawberry and raspberry fruits packaged in high-oxygen and equilibrium-modified atmospheres compared to air storage. **International journal of food science and Technology**. Oxford, v. 41. P. 93-103, 2006.

SHEWFELT, R. L. What is quality? **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 197-200. 1999.

SHI J.; MAGUER, M. L.; KAKUDA, Y.; LIPTAY, A. e NIEKAMP. F. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. **Food Research International**, Canadian, v.32, p.15-21, 1999.

SPOTO, M. H. F. **Análise crítica de obra acadêmica: qualidade sensorial de frutas-laranja pêra (Citrus sinensis) da matéria-prima ao suco**. Piracicaba, 2007. 187p. Tese (Livre-docente) - Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ, Piracicaba, 2007.

SOUZA, R. C. Controle físico-químico. In: **Curso sobre Tecnologia de Refrigerantes**. Curitiba: Brahma, 1992.

SOUZA, N., M. A. de; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M. de; LIMA, A. S. Cinética de desidratação osmótica de manga. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, nº 10, v. 2; p. 37-44, 2004.

SOUZA, S. M. A.; CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; ORTEGA, E. M. M. Conservação de produto minimamente Processado de goiabas 'kumagai' e 'Pedro sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 847-855, 2009.

STRUMILO, C.; KUDRA, T. Drying: Principles, Applications and Design. In: Hughes, R. **Topics in Chemical Engineering**. Universidade de Salford-UK. v.3, 1986.

SZYMCZAK, J. A.; PLOCHARSKY, W. J.; KONOPACKA, D. The Influence of Repeated use of Sucrose Syrup on the Quality of Osmo-convectively Dried Sour Cherries. **International Drying Symposium (IDS'98)**, Polonia, v.A, p.895-902, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAVARES, G. M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. Lavras, 2004. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, UFLA, 2004.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Osmotic dehydration of tomato in ternary solutions: influence of process variables on mass transfer kinetics and an evaluation of the retention of carotenoids. **Journal of Food Engineering**, New York, v. 82, p. 509–517, 2007.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structure effects. **Journal of Food Engineering**, New York, v.49, p.247-253, 2001.

USDA. (2006). UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Agricultural Research Service**: Nutrient Data Laboratory. Washington, 2006.

VALDÉS, M. E. **Incidencia de la tecnología empleada en compuestos responsables de la calidad de un vino blanco**. Badajoz, 1997. Tese (Doutorado em ciências) - Universidad de Extremadura, Badajoz, 1997.

VASCONCELOS, J. L. L. A. **Desidratação osmótica de figo da Índia (*Opuntia ficus indica*)**. Pernambuco, 2010. 76p. Dissertação – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 2010.

VARZAKAS, T. H.; LEACH, G. C.; ISRAILIDES, C. J.; ARAPOGLOU, D. Theoretical and experimental approaches towards the determination of Solute effective Diffusivities in Foods. **Enzymes and Microbial Technology**, Cambridge, v.37, p. 29-41, 2005.

VILAS, B. E. V. B.; REIS, C. M. F.; MELO, A. A. M. Uso de misturas químicas para a manutenção da firmeza de banana 'Prata' minimamente processada. **Revista Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n. 1: p.237-234. 2009.

XAVIER, I. F.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V.; MORAIS, P. L. D.; LIMA, L. M. Qualidade pós-colheita da manga 'Tommy atkins' comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.7-13. 2009.

YAN, L. Y.; TENG, L. T.; JHI, T. J. Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. **Sunway Academic Journal**. Sunway, v.3, p. 9–20, 2006.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. 2008. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations and information retrieval**. Systematic Botany, Australian, v.4 p.681 – 695, 2008.

WEBER, E. A. **Secadores**. In: Weber, E. A. **Armazenagem e conservação dos grãos**. Livraria e editora Agropecuária Ltda. Guaíba – RS, p. 93-186, 2^o ed. 2001.