



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ZULENE LIMA DE OLIVEIRA

**ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE ATEMOIA ‘GEFNER’ EM ATMOSFERA
MODIFICADA**

**LIMOEIRO DO NORTE
2014**

ZULENE LIMA DE OLIVEIRA

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE ATEMOIA ‘GEFNER’ EM ATMOSFERA
MODIFICADA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso
de Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte
como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr. Pahlevi Augusto de Souza

Co-Orientador: Dr. Carlos Farley Hebster
Moura

O48a Oliveira, Zulene Lima de.

Armazenamento refrigerado de atemoia 'Gefner' em atmosfera modificada / Zulene Lima de Oliveira. - Limoeiro do Norte: IFCE, 2014.

80f.

Dissertação (Tecnologia de Alimentos).

Orientação: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza.

Co-orientador: Dr. Carlos Farley Hebster Moura

ZULENE LIMA DE OLIVEIRA

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE ATEMOIA 'GEFNER' EM ATMOSFERA
MODIFICADA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso
de Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte
como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de
Souza.

Co-Orientador: Dr. Carlos Farley Hebster
Moura

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza (Orientador)

Instituto Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte

Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa

Universidade Federal de Campina Grande/CCTA

Profª. Dr. Renata Chastinet Braga

Instituto Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte

LIMOEIRO DO NORTE
2014

*A Deus, minha mãe Valdelira de Lima Soares
e irmãos Roberto e Humberto pelo amor e
carinho. A minha amiga Elisabeth Mariano
Batista pela amizade verdadeira e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

A Deus misericordioso pelo dom gratuito da vida;

A minha família em especial minha mãe Valdelira de Lima Soares, pelo apoio e zelo;

Ao amigo Anderson Araújo Reis pela amizade e pessoa maravilhosa;

Aos professores da Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos durante o curso de mestrado e, em particular, ao professor D. Sc. Pahlevi Augusto de Souza, pelo exemplo de vida, de dedicação ao ensino e à pesquisa a esta Instituição;

Aos professores D. Sc. Carlos Farley Hebster Moura, Franciscleudo Bezerra da Costa e Renata Chastinet Braga pelas observações sugeridas e conhecimentos repassados para o aprimoramento desta pesquisa;

Ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, pela oportunidade de realização do curso de mestrado;

A empresa Kabocla, pela atenção e fornecimento dos frutos utilizados nesta pesquisa;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Capes pelo apoio financeiro concedido;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Agroindústria Tropical pela pelo apoio na realização das análises;

A todos os funcionários e alunos do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos- IFCE, em especial a Elaine Frutuoso e Elisangela Castro, pelo companheirismo, força, amizade e apoio durante o curso.

Em especial a amiga Elisabeth Mariano pela amizade, inesgotável dedicação e companheirismo inesquecíveis e imprescindíveis para realização desta pesquisa.

As amigas Auriana Regis, Elisangela Castro, Hirllen Beserra e Valdenice Freitas pelo apoio e colaboração na realização das análises;

A amiga e colega do curso de Mestrado Valdenice Freitas pela colaboração e apoio na realização das análises estatísticas;

Enfim, a todos que torceram e acreditaram em mim na conclusão de mais esta etapa tão importante na minha vida.

Porque há esperança para a árvore, que, se for cortada, ainda se renovará, e não cessarão os seus renovos. Se envelhecer na terra a sua raiz, e morrer o seu tronco no pó, ao cheiro das águas, brotará e dará ramos como a planta Jó 14:7-9.

RESUMO

Atemoia é um fruto muito perecível que necessita de cuidados durante o período de armazenamento. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de atemoias ‘Gefner’ armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. Os frutos utilizados foram colhidos em maturidade fisiológica na empresa Kabocla localizado na Chapada do Apodi (CE) e transportados para a planta piloto de Processamento de Frutas e Hortaliças do IFCE *Campus* Limoeiro do Norte (CE). Em seguida foram selecionados e sanitizados com solução clorada a 50ppm durante 15 minutos. Posteriormente, foram aplicados os seguintes tratamentos: (T1) Controle; (T2) PVC em tempo parcial; (T3) PVC em tempo total e (T4) fécula de mandioca a 3 %. Em seguida os frutos foram armazenados em câmara fria a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $85 \pm 4\%$. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×6 , com três repetições de três frutos por parcela, totalizando 116 frutos. O primeiro fator constou dos tipos de recobrimentos (Controle, PVC em tempo parcial, PVC em tempo total e fécula de mandioca a 3%) e o segundo dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). A cada três dias foram analisadas as seguintes características: perda de massa fresca, firmeza da polpa, aparência externa, cor da casca, índice de rachadura, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, amido, açúcares totais, ratio e vitamina C. Concluiu-se que a utilização do recobrimento com PVC em tempo total ou parcial retardou a perda de massa nos frutos e o aumento nos teores de acidez titulável e contribuiu para melhor aparência externa. O uso do recobrimento com fécula de mandioca a 3% não reduziu a perda de massa, ocasionou a perda de qualidade externa e atrasou as mudanças de coloração da casca juntamente com os outros recobrimentos, sendo eficiente apenas em atrasar o início das rachaduras dos frutos. A utilização dos recobrimentos proporcionou uma vida útil de 9 dias. Todos os frutos apresentaram-se rachados ao final do armazenamento.

Palavras- chave: Pós-colheita. Anonáceas. Recobrimentos.

ABSTRACT

Atemoia is a fruit very perishable that needs care during the storage period. Thus, this study aimed to evaluate the post-harvest quality of atemoias 'Gefner' stored under refrigeration and modified atmosphere. The fruits were harvested at physiological maturity in Kabocla farm located at the Apodi Plateau (CE) and transported to the pilot plant for Processing of Fruit and Vegetables of IFCE Campus Limoeiro do Norte (CE). The fruits were then selected and sanitized with chlorinated solution at 50ppm for 15 minutes. Subsequently, the following treatments were applied: (T1) control; (T2) packaging PVC part (part of storage); (T3) coating with PVC total (during the whole storage); (T4) coating with cassava starch 3%. Subsequently, the fruits were stored in cold chamber at 15 ± 4 °C and relative humidity of 85 ± 4 %. The experimental design was a completely randomized design with 4 x 6 factorial scheme, with three replications of three fruits per plot, totaling 116 fruits. The first factor consisted of the types of coatings (control, PVC part time, PVC total time and cassava starch 3%, control) and the second of the storage time (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days). Every three days we analyzed the following characteristics: loss of fresh mass, pulp firmness, external appearance, peel color, crack index, titratable acidity, pH, soluble solids, starch, total sugars, ratio and vitamin C. It was concluded that the use of the coating with PVC total or partially delayed the weight loss in the fruits and the increase in the levels of titratable acidity and contributed to a better external appearance. The use of the coating with cassava starch 3% not reduced the weight loss, caused the loss of external quality and delayed changes in skin color along with the other coatings, being effective only in delaying the initiation of cracks of fruits. The use of the coatings provided a useful life of 9 days. All fruit were cracked at the end of the storage period.

Keywords: Post-harvest. Annonáceas. Coatings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Frutos de atemoia ‘Gefner’	26
Figura 2 – Frutos de atemoia ‘Gefner’ embalados individualmente em redes de poliestireno expandido.....	38
Figura 3 – Biofilme de fécula de mandioca a 3%.....	38
Figura 4- Frutos de atemoia ‘Gefner’ recobertos com biofilme de fécula de mandioca	38
Figura 5- Frutos de atemoia ‘controle sem recobrimento.....	38
Figura 6- Frutos de atemoia ‘Gefner’ embalados individualmente com PVC em tempo parcial	39
Figura 7- Frutos de atemoia ‘Gefner’ embalados individualmente com filme de PVC em tempo total. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.....	39
Figura 8- Frutos de atemoia recobertos com biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.....	39
Figura 9- Representação L, a, b, hue, luminosidade e cromaticidade. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	42
Figura 10- Perda de massa fresca (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimento armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	45
Figura 11- Firmeza da polpa (N) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimento armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	47
Figura 12 - Aparência externa em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	48
Figura 13 - Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 3° dia de armazenamento a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. T1 - Controle, T2 - PVC em tempo parcial, T3 - PVC em tempo total e T4 - Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.....	49
Figura 14- Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 6° dia de armazenamento a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. T1 - Controle, T2 - PVC em tempo parcial, T3 - PVC em tempo total e T4 - Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.....	49
Figura 15- Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 9° dia de armazenamento a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. T1 -	

Controle, T2 - PVC em tempo parcial, T3 - PVC em tempo total e T4 - Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013	50
Figura 16- Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 12º dia de armazenamento a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. T1 - Controle, T2 - PVC em tempo parcial, T3 - PVC em tempo total e T4 - Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013	51
Figura 17- Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 15º dia de armazenamento a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. T1 - Controle, T2 - PVC em tempo parcial, T3 - PVC em tempo total e T4 - Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013	52
Figura 18- Ângulo de cor hue (h) da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	54
Figura 19- Cromaticidade da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	55
Figura 20- Luminosidade da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	55
Figura 21- Índice de rachaduras (%) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	57
Figura 22- Acidez titulável (%) de ácido málico em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	58
Figura 23- Evolução do pH em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	60
Figura 24- Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	61
Figura 25- Teor de amido (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013	63

Figura 26- Teor de açúcares totais (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013 64

Figura 27- Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013 64

Figura 28- Teor de vitamina C (mg. ácido ascórbico. 100g^{-1}) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013 66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 Tecnologias de Conservação Pós-colheita.....	18
3.1.1 Armazenamento refrigerado	18
3.1.2 Atmosfera modificada	20
3.2 Atemoia: origem botânica e classificação	25
3.2.1 Aspectos comerciais e importância econômica	26
3.2.2 Cultivares.....	27
3.3 Alterações bioquímicas e fisiológicas na pós- colheita de anonáceas	28
3.3.1 Perda de massa fresca	29
3.3.2 Firmeza da polpa.....	30
3.3.3 Aparência externa	31
3.3.4 Cor	31
3.3.5 Índice de rachadura.....	32
3.3.6 Acidez titulável.....	33
3.3.7 pH	33
3.3.8 Sólidos solúveis	34
3.3.9 Amido	35
3.3.10 Açúcares totais.....	35
3.3.11 Ratio.....	36
3.3.12 Vitamina C.....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Obtenção dos Frutos	38
4.2 Aplicação dos tratamentos.....	38
4.3 Avaliações físicas	41
4.3.1 Massa fresca.....	41
4.3.2 Firmeza da polpa.....	41
4.3.3 Aparência externa	41
4.3.4 Cor da casca	42
4.3.5 Índice de rachadura.....	43
4.4 Avaliações físico-químicas.....	43
4.4.1 Acidez Titulável.....	43

4.4.2	pH	43
4.4.3	Sólidos Solúveis	43
4.4.4	Amido	44
4.4.5	Açúcares totais.....	44
4.4.6	Ratio.....	44
4.4.7	Vitamina C.....	44
4.5	Delineamento experimental	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1	Massa fresca.....	45
5.2	Firmeza da Polpa	46
5.3	Aparência externa	48
5.4	Cor da casca	53
5.4.1	Ângulo de cor (hue).....	53
5.4.2	Croma	54
5.4.3	Luminosidade	55
5.4.4	Índice de rachadura.....	56
5.4.5	Acidez titulável.....	58
5.4.6	pH	60
5.4.7	Sólidos solúveis	61
5.4.8	Amido	62
5.4.9	Açúcares totais.....	63
5.4.10	Ratio.....	64
5.4.11	Vitamina C.....	66
6	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, atrás apenas de países como a Índia e China. Em 2008, o país colheu mais de 43 milhões de toneladas, com aumento de 4,5% frente à safra anterior. O crescimento do setor é um destaque no agronegócio brasileiro e a área plantada atualmente supera os dois milhões de hectares (BATISTA, 2010).

Os principais estados produtores de frutas no Brasil são: São Paulo, que continua sendo o maior polo de produção de frutas do Brasil, com cerca de 43% do total nacional e volume de 18,55 milhões de toneladas; em seguida vem Bahia, com 5,38 milhões de toneladas e 12,5% do total; Rio Grande do Sul, com 2,595 milhões de toneladas e 6% do total; e Minas Gerais, com 2,229 milhões de toneladas e 5% do total (SILVA, 2011).

Por serem produtos altamente perecíveis grande parte das frutas sofre rápido processo de deterioração tendo sua comercialização dificultada, principalmente a longas distâncias (SANTOS et al., 2009). Em associação a este fato, a sazonalidade da produção de alimentos, especialmente de origem vegetal, evidencia a necessidade do desenvolvimento de métodos fundamentais que prolonguem o armazenamento destes produtos (FERNANDES et al., 2010).

A alta perecibilidade de anonáceas e seu curto período pós-colheita exigem um conhecimento adequado relacionado ao desenvolvimento dos frutos e dos processos fisiológicos e bioquímicos da maturação (LIMA; ALVES; FILGUEIRAS, 2006).

A atemoia é um fruto climatérico que apresenta curta vida pós-colheita quando armazenada sob temperatura ambiente e susceptível a uma série de desordens fisiológicas quando exposta a temperatura de refrigeração. É um fruto muito perecível que depende de cuidados como época e manuseio na colheita, embalagem e transporte do produto (TORRES, 2008; SANTOS et al., 2009). Ainda são poucos os estudos realizados com a conservação pós-colheita de atemoia, o que justifica a necessidade de maiores pesquisas, pois essa cultura vem demonstrando crescimento elevado e interesse de exploração em razão do lucrativo retorno comercial (SILVA et al., 2009).

Técnicas que visam à redução de perdas pós-colheita de atemoia relacionam-se à temperatura de refrigeração além de aplicação de embalagem plástica e película de fécula de mandioca (SILVA et al., 2009; SANTOS et al., 2009).

A utilização de atmosfera modificada como técnica de preservação da qualidade de frutas e hortaliças vem refletindo no aumento do período de comercialização, devido a sua

contribuição para o decréscimo de perdas pós-colheita, devido a redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando o aspecto comercial. A aplicação de biofilmes comestíveis no envolvimento de frutas e hortaliças, tem sido uma alternativa para promover a modificação da atmosfera (GUEDES, 2007).

Durante o armazenamento, os frutos acondicionados em filmes plásticos alteram todo o seu metabolismo, devido a estas películas funcionarem como uma barreira para a movimentação do vapor da água, garantindo desta maneira, a manutenção da umidade relativa elevada no interior da embalagem e a turgidez dos produtos. Os filmes plásticos reduzem sensivelmente a perda de massa dos frutos, retardando o amadurecimento e a elevação das taxas respiratórias, assim como reduzem a produção de etileno e atrasam o amolecimento (perda da firmeza) e várias outras transformações bioquímicas, como a degradação da clorofila e o aparecimento de carotenoides (ZAGORY; KADER, 1988).

Os filmes plásticos à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido a sua praticidade, ao custo relativamente baixo e à alta eficiência têm sido bastante utilizados, principalmente quando associados ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutos (SILVA, 2009).

O uso de fécula de mandioca como matéria-prima adequada para a elaboração de biofilmes comestíveis proporciona bom aspecto e brilho intenso, tornando os frutos e as hortaliças comercialmente mais atrativos devido a formação de películas resistentes e transparentes e a eficiência como barreira à perda de água. Além de não ser tóxica, podendo ser ingerida juntamente com o produto protegido, pode ser facilmente removida com água quando necessário, apresentando como vantagem comercial o seu baixo custo (GUEDES, 2007).

As frutas e hortaliças são submetidas logo após a colheita às condições externas que tornam-se fatores determinantes na extensão de sua vida útil. Atualmente as embalagens biodegradáveis são muito utilizadas para promover a conservação pós-colheita de frutas e hortaliças. A aplicação destas embalagens biodegradáveis à base de amido e de outros componentes mostra resultados variáveis, sendo dessa forma, necessário à realização de estudos detalhados destes revestimentos em frutas e hortaliças e consequentemente determinar a viabilidade do seu uso (LEMOS, 2006).

Tendo em vista esse aspecto, e no sentido de contribuir para o melhor entendimento dos processos fisiológicos envolvidos na conservação pós-colheita de anonáceas, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o armazenamento refrigerado de

atemoia 'Gefner' armazenada sob refrigeração e em atmosfera modificada constituída de embalagem de policloreto de vinila (PVC) e biofilme de fécula de mandioca a 3%.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar o armazenamento refrigerado de atemoia ‘Gefner’ em atmosfera modificada.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a vida útil pós-colheita de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidas a diferentes tipos de revestimentos;
- Verificar e analisar o efeito dos revestimentos na manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos através de análises físicas e físico- químicas.
- Avaliar e quantificar a incidência de rachaduras nos frutos durante o armazenamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tecnologias de Conservação Pós-colheita

3.1.1 Armazenamento refrigerado

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o objetivo principal da pós-colheita e armazenamento de alimentos é a redução das perdas qualitativa e quantitativa, permitindo maior flexibilidade na comercialização, oferta regular de produtos sazonais ou cuja produção sofre flutuações devido a fatores climáticos, preços ou outros.

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser prolongada pelo armazenamento imediato desses produtos, em condições atmosféricas que mantenham a qualidade. Portanto, com o armazenamento, visa-se a minimizar a intensidade do processo vital das frutas e hortaliças por meio da utilização de condições adequadas, que permitam uma redução no metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do produto. Dessa forma, evita-se brotamento, alongação, a germinação de sementes, o ataque de patógenos, as desordens fisiológicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As condições ideais de armazenamento variam largamente de produtos para produtos e correspondem às condições nas quais esses produtos podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, aroma, textura, cor e teor de umidade. O período de armazenamento depende, sobretudo, da atividade respiratória do produto suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos microrganismos causadores de doença (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos de anonáceas têm atividade metabólica intensa após a colheita, o que faz com que a maturação se processe em curto espaço de tempo, limitando a vida útil dos frutos. A atemoia por seu alto conteúdo de umidade se torna extremamente perecível, sobretudo em nossas condições ambientais com elevada temperatura, associada à ausência ou ao manejo inadequado pós-colheita, constituem um fator negativo para sua conservação (MOSCA; LIMA, 2003). Segundo Yamashita et al. (2002) o rápido amolecimento da polpa e escurecimento da casca são os principais problemas que afetam a comercialização de atemoias. Anonáceas sofrem ainda com ataque fúngico que causa podridões pós-colheitas nos frutos (SANTOS, 2009).

Para melhoria da qualidade e conservação dos frutos de anonáceas, é necessário que sejam geradas e ou adaptadas tecnologias de manejo pré- e pós- colheita tais como:

nutrição mineral (cálcio, potássio e boro); controle de fitopatógenos em pré-colheita; determinação do ponto de colheita ideal para cada espécie nas diferentes regiões; identificação de tipos e variedades que apresentem maior resistência pós-colheita; técnicas de colheita, manuseio e transporte de acordo com as características dos frutos; sistemas de conservação sob refrigeração associada ou não à modificação e ao controle atmosférico; uso de reguladores de crescimento, retardadores de senescência; irradiação; agentes químicos e biológicos no controle e doenças pós-colheita; métodos que visem à diminuição de problemas de escurecimento causados por danos mecânicos ou injúria pelo frio, entre outras (SÃO JOSÉ et al., 1997).

A proposição ou adequação de tecnologias para conservação pós-colheita da atemoia e redução de perdas decorrentes da atividade metabólica do fruto maduro depende do entendimento das mudanças que ocorrem durante o crescimento, desenvolvimento e maturação. Esse conhecimento é determinante, inclusive, para o estabelecimento do ponto ideal de colheita (TRINDADE et al., 2005).

A suscetibilidade à senescência, aliada à elevada sensibilidade a danos mecânicos, impede a comercialização dos frutos em locais distantes das áreas produtivas, principalmente quando não se utiliza a cadeia do frio (SALES; BOTREL; COELHO, 2004). Dentre outras, as alternativas para diminuição das perdas e da redução acelerada da qualidade são o uso do armazenamento refrigerado e da atmosfera modificada, da tecnologia de inibição da ação do etileno, podendo ser aplicadas de maneira isolada ou combinadas entre si (NEVES et al., 2008).

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças. Baixas temperaturas retardam a ação de vários fatores, tais como: envelhecimento devido ao amadurecimento (que conduz a mudanças na textura e na cor), mudanças metabólicas indesejáveis e produção de calor vital pela respiração, perda de umidade e consequente murchamento, além da deterioração devido a bactérias e fungos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, como a maioria dos frutos de origem tropical, as anonáceas são sensíveis a baixas temperaturas de armazenamento, manifestando sintomas como escurecimento da casca e da polpa e bloqueio do amadurecimento, entre outros (SÃO JOSÉ et al., 1997).

No caso da atemoia, temperaturas muito baixas podem causar injúria pelo frio, alterando a coloração da casca e da polpa, além de provocar outros distúrbios fisiológicos (SILVA; MUNIZ, 2011).

Os estudos sobre armazenamento de anonáceas são escassos na literatura científica. Para a cherimoia, temperaturas abaixo de 7 a 10°C causam injúria por frio, dependendo da variedade (PALMA et al., 1993).

No armazenamento refrigerado utilizado na conservação de frutos é indispensável o controle da umidade relativa do ar, pois no ambiente de armazenamento, a umidade relativa regula a intensidade de transpiração do fruto, devendo ser mantida alta para manter a turgência do fruto (CARVALHO, 2002). A umidade relativa deve se manter em torno de 85 a 95% de acordo com o fruto, devendo-se manter constante durante o armazenamento assim como, a manutenção da temperatura, circulação e renovação do ar são ainda de extrema importância (KADER, 1992).

Apesar de a refrigeração ser um dos métodos mais utilizados para prolongar a vida útil de frutos, é bastante comum a combinação da refrigeração com outras técnicas, quando esse método não é suficiente para manter a qualidade e manutenção da vida útil do vegetal (TORRES, 2008). Segundo Silva et al. (2009) o armazenamento refrigerado associado à utilização da atmosfera modificada destaca-se como uma possibilidade de prolongar a vida útil de frutos refletindo no aumento do período de comercialização.

Conforme Prill et al. (2012) o armazenamento refrigerado é essencial para tornar lenta a degradação química, física, fisiológica dos produtos frescos. O armazenamento refrigerado associado à utilização da atmosfera modificada destaca-se como uma possibilidade no prolongamento da vida útil dos frutos, refletindo na dilatação do período de comercialização (SANTOS, 2009).

3.1.2 Atmosfera modificada

O uso de atmosfera modificada vem sendo utilizada na preservação da qualidade de frutas e hortaliças, pois contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, refletindo no aumento do período de comercialização (VILA, 2004).

A atmosfera modificada pode ser resumida como presença de barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, aumentando níveis de dióxido de carbomo (CO₂) e diminuindo os níveis de oxigênio (O₂), resultando na alteração na concentração de etileno e vapor d'água e em alterações em outros compostos voláteis (SILVA et al., 2009).

3.1.2.1 Filmes plásticos

Os filmes plásticos flexíveis são embalagens que favorecem o aumento na vida útil pós- colheita de frutas agindo como agentes modificadores da atmosfera. Esta técnica quando utilizada em complemento à refrigeração, promove a redução da taxa respiratória pelo aumento do nível de CO_2 e diminuição de O_2 , minimizando a perda de água e desenvolvimento microbiano (SOUZA et al., 2009). A respiração, combinada com outros fatores, principalmente ambientais (temperatura e umidade relativa), acelera certos processos como a produção de etileno, que reduzem a vida útil do fruto devido à perda de qualidade e à rápida deterioração (PRILL et al., 2012). O etileno composto volátil, participa diretamente das mudanças bioquímicas e fisiológicas relacionadas ao amadurecimento dos frutos como alterações na coloração, sabor, textura, composição de açúcares redutores e produção de substâncias voláteis e atrasam o amolecimento ou perda da firmeza (PEREIRA et al., 2008; SILVA et al., 2009).

Os filmes plásticos, à base de polietileno ou policloreto de vinila (PVC), pela sua praticidade, custo relativamente baixo e eficiência, têm sido bastante utilizados para prolongar a vida pós-colheita, uma vez que reduzem a taxa respiratória, a produção de etileno e retardam o amolecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante o armazenamento, os frutos acondicionados em filmes plásticos alteram todo o seu metabolismo, devido a estas películas funcionarem como uma barreira para a movimentação do vapor da água, garantindo desta maneira, a manutenção da umidade relativa elevada no interior da embalagem e a turgidez dos produtos. Os filmes plásticos também reduzem sensivelmente a perda de massa dos frutos, retardando o amadurecimento e a elevação das taxas respiratórias, assim como reduzem a produção de etileno e atrasam o amolecimento (perda da firmeza) e várias outras transformações bioquímicas, como a degradação da clorofila e o aparecimento de carotenoides (ZAGORY; KADER, 1988). Porém, segundo os mesmos autores, toda esta mudança na condição de armazenamento do fruto, assim como pode estender a sua vida útil, também pode induzir desordens fisiológicas, caso a permeabilidade da película seja inadequada.

Mosca e Lima (2003) estudaram o armazenamento de atemoias ‘Gefner’ a 15,5 °C e 85 a 90% de umidade relativa e embalados em diferentes tipos de filme plástico, polietileno de baixa densidade (PEBD), cloreto de polivinila (PVC) e polietileno com absorvedor de etileno (Veg Bag). Frutos sem embalagem atingiram ponto de consumo no 12º dia de armazenamento, enquanto que os frutos embalados em PEBD no 15º dia e os embalados em

PVC no 21º dia, quando apresentaram teor máximo de 20 °Brix. Frutos embalados em Veg Bag conservaram-se por 24 dias, mas não atingiram o ponto de maturação comercial. Embora os filmes não tenham influenciado a evolução da acidez titulável (AT) os frutos acondicionados em PVC alcançaram a maior relação SS/AT, e por esse motivo, segundo o autor seriam aqueles que desenvolveram melhor sabor.

Os filmes plásticos à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido a sua praticidade, ao custo relativamente baixo e à alta eficiência têm sido bastante utilizados, principalmente quando associados ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutos (SANTOS, 2009).

O uso de embalagem de polietileno promove uma modificação na atmosfera ao redor dos frutos devido ao aumento na taxa respiratória, elevando a concentração de gás carbônico e diminuindo a concentração de oxigênio.

A elevação dos níveis de gás carbônico e/ou a redução nos níveis de oxigênio, além de retardar o amadurecimento dos frutos (LANA; FINGER, 2000), diminui o metabolismo de pigmentos, de compostos fenólicos e voláteis, reduz a síntese e a ação do etileno sobre o metabolismo dos frutos e a ocorrência de podridões (SANTOS, 2009).

A aplicação de filmes poliméricos, ceras ou biofilmes em frutas e hortaliças, expostos às baixas temperaturas ou mesmo na temperatura ambiente, caracteriza a modificação da atmosfera, provocando a redução de perda de água e diminuição da taxa respiratória. A síntese e a ação do etileno poderão ser minimizadas retardando o processo de senescência e consequentemente maior período de comercialização. Além de minimizar o surgimento de patógenos (GUEDES, 2007).

A combinação de atmosfera modificada, pelo uso de ceras ou embalagens plásticas, com refrigeração tem mostrado efeitos positivos em prolongar a vida de prateleira de anonáceas como a graviola (LIMA et al., 2004) atemoia (SILVA et al., 2009). A associação ou não ao armazenamento refrigerado pode ser utilizada o polietileno de baixa densidade como embalagem plástica (PINTO et al., 2006).

3.1.2.2 Biofilmes comestíveis

De acordo com Souza et al. (2009) filme é uma pele fina formada por exemplo, através de solução de polímero fundido preparada separada do alimento e depois de pronta aplicada a ele, enquanto um revestimento pode ser uma suspensão ou uma emulsão aplicada diretamente sobre a superfície do alimento, levando à formação subsequente de um filme.

Filmes e revestimentos comestíveis têm recebido considerável atenção nos últimos anos por causa de suas vantagens sobre filmes sintéticos. A principal vantagem de filmes comestíveis é que eles podem ser consumidos com o produto que reveste. Não há embalagem para eliminar, e mesmo que os filmes não fossem consumidos, eles poderiam ser descartados sem contribuir com a poluição ambiental, uma vez que são biodegradáveis. Filmes comestíveis são produzidos exclusivamente a partir de ingredientes comestíveis e, portanto degradam-se mais rápido que materiais poliméricos (BOURTOMM, 2008).

O uso de películas (filmes) comestíveis é uma proposta que vem sendo usada na conservação de frutas, apresentando como matéria-prima os derivados do amido, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película (HOJO et al., 2007).

Amariz et al. (2010) e Silva e Muniz (2011) observaram que as coberturas comestíveis representam uma alternativa para aumentar a vida útil de frutas e hortaliças e, além de serem atóxicas, preservam a qualidade pois retardam a deterioração e regulam as taxas metabólicas, melhorando a aparência do fruto para o consumidor.

As características requeridas da película comestível dependem, principalmente, das características do alimento. Assim, para produtos suscetíveis à oxidação, as películas devem apresentar baixa permeabilidade ao oxigênio. Frutas e hortaliças frescas requerem películas que permitam transferência moderada de gases para reduzir (mas não inibir) a respiração e evitar processos fermentativos resultantes de anaerobiose (SILVA, 2013).

Diversos tipos de películas podem ser utilizadas no armazenamento de vegetais de forma que a modificação da atmosfera ocorra gradualmente com o decorrer da estocagem em decorrência principalmente da respiração do fruto e à permeabilidade da película (TORRES, 2008).

As estratégias utilizadas na modificação da atmosfera do fruto retardam a respiração, perda de umidade e de clorofila, escurecimento enzimático e o amadurecimento, além de exercer efeito sobre a síntese de etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.1.2.2.1 Fécula de mandioca

Atualmente diversos filmes poliméricos são indicados na embalagem de frutas e vegetais, os quais em decorrência da composição variada apresentam características tais como: resistência, flexibilidade, espessura e permeabilidade a gases e vapor de água (CHITARRA; CHITARRA, 2005; TORRES, 2008).

Produtos a base de fécula de mandioca, ésteres de sacarose como a carboximetilcelulose (CMC), pectina e gelatina estão sendo utilizados na conservação pós-colheita de frutos (LEMOS, 2006; HOJO et al., 2007; SCALON; OSHIRO e DRESCH, 2012; SILVA, 2013).

Qualquer que seja a película utilizada o ideal é que ela reduza a concentração de oxigênio a níveis suficientemente baixos para retardar o processo respiratório, sem permitir a respiração anaeróbia e impedir o acúmulo de gás carbônico em níveis que provoquem distúrbios fisiológicos (SARANTOPÓULOS, 1999). Portanto, a escolha do tipo de filme é fundamental para o êxito do armazenamento, pois a embalagem deve manter a proteção durante o maior tempo possível para se obter uma maior vida útil sem propiciar atmosfera tóxica ao produto (TORRES, 2008).

A fécula de mandioca como matéria-prima mais adequada para a produção de filmes comestíveis ou biofilmes derivados do amido, começou a ser estudada mais intensamente em 1992 (VILA, 2004).

A obtenção do biofilme de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gomificação do amido, que ocorre acima de 70°C, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma película devido as suas propriedades de retrogradação. Na retrogradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando a película (GUEDES, 2007).

A aplicação de biofilme de fécula de mandioca sobre os frutos funciona como barreira à perda de água e a liberação de gás carbônico pelo aumento na espessura da cutícula (GUEDES, 2007).

Lemos (2006) avaliou a vida útil de pimentões Magali, utilizando diferentes concentrações de fécula de mandioca e gelatina armazenados a 10°C e umidade relativa de 90%. De acordo com os autores os revestimentos não foram eficientes em retardar o metabolismo pós-colheita dos pimentões.

Silva et al. (2002) avaliando a conservação pós-colheita de atemoia ‘Gefner’ através do uso de fécula de mandioca a 2% associada à refrigeração observou que o revestimento nessa concentração foi eficiente na conservação e manutenção da qualidade do fruto principalmente por reduzir a perda de massa do frutos.

3.2 Atemoia: origem botânica e classificação

A família botânica *Annonaceae* inclui 129 gêneros e mais de 2000 espécies sendo a maioria cultivada pertencente ao gênero *Annona*, encontrando-se *Annona muricata* L., *Annona reticulata* L., *Annona squamosa* L., *Annona cherimólia* Mill e atemoia um híbrido resultante do cruzamento entre a *Annona cherimolia* Mill x *Annona squamosa* L. Destacam-se na família das anonáceas os gêneros *Rollinia* e *Annona*. O gênero *Rollinia*, o qual não possui frutas destinadas à comercialização, mas apreciadas comercialmente nas regiões da Amazônia apresentando as espécies produtoras de frutos conhecidos por biribas ou araticun: *R. mucosa*, *R. jimenezii*, *R. rensoniana*, *R. sylvatica* e *R. ermaginata*. O gênero *Annona* está agrupado as principais espécies cultivadas, distribuídas em cinco grupos, sendo os mais importantes o Guanabani, referente às gravioleiras, representado pela graviola (*Annona muricata* L.), a falsa gravioleira (*Annona Montana* Macfad) e a Annona do brejo (*Annona glabra* L.) e o Attae. O grupo Attae é representado pelas annonas comuns tais como a fruta-da-condessa (*Annona reticulata* L.), a pinha (*Annona squamosa* L.), a cherimoia (*Annona cherimoia* Mill) e a atemóia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimoia* Mill) (SOBRINHO, 2010).

Espécies de *Annonaceae* são originárias de várzeas da América do Sul Tropical e a cherimoia originária de vales dos Andes entre o Peru e Equador (CAUTÍN; AGUSTÍ, 2005; MEDEIROS, 2009).

A atemoia teve origem no ano de 1908, quando o primeiro cruzamento artificial foi realizado no United States Department of Agriculture's Subtropical Laboratory, em Miami. Na década de 40, estudos foram iniciados em Israel, visando padronizar sua propagação (MORTON, 1987). Os frutos da família *Annonaceae* possuem um pseudocarpo formado pela fusão dos carpelos e receptáculos dentro de uma massa carnosa. A forma do fruto é variável de esferoide a ovoide e a superfície do fruto é coberta com aureólas em forma de U, que podem ser suaves ou pontiagudas (Figura 1).

Os frutos de atemoieira quando maduros pesam em média 0,10- 2,00 kg e, apesar de seu aspecto rústico são muito delicados e extremamente perecíveis (MARCELINNI et al., 2003). A polpa é branca, comestível e facilmente separada das sementes (CRUZ, 2011).

A fruta atemoia desenvolve-se quando a temperatura máxima varia entre 22-28°C e a média das mínimas estão entre 10- 20°C. Para maturação a variação de temperatura ótima encontra-se entre 20- 26°C (TOKUNAGA, 2000). De acordo com a função da prática da poda de formação e frutificação podem ser obtidas duas safras anuais de atemoia (CRUZ, 2011).

A (Figura 1) abaixo ilustra frutos de atemoia destacando-se o aspecto e cor da casca e da polpa.

Figura 1. Fruto de atemoia ‘Gefner’



3.2.1 Aspectos comerciais e importância econômica

A família botânica *Annonaceae* compreende um grande número de gêneros e espécies, sendo a maioria nativa das regiões tropicais e subtropicais. Dentre as várias espécies de anonáceas destinadas ao consumo ‘*in natura*’, os fruticultores são atraídos pela atemoia, em decorrência desta fruta, em comparação com a fruta-do-conde, ser mais saborosa, apresentar sabor ligeiramente acidulado e aromático, conter menor número de sementes, apresentar vida útil mais prolongada e, ainda, por permitir maior produção (MOSCA; LIMA, 2003). As anonáceas produzem frutos bastante aromáticos, de sabor agradável, açucarado e ligeiramente ácido. Porém, os frutos apresentam limitações à distribuição para mercados distantes, devido a seu rápido amadurecimento que os tornam muito macios, difíceis de ser manipulados sem danos, e de conservação extremamente reduzida (LIMA; ALVES; FILGUEIRAS, 2006).

O interesse pela exploração comercial tem aumentado devido o lucrativo retorno comercial que a cultura oferece. Dessa forma, tem-se a possibilidade de programar diferentes épocas de produção por meio da adubação, irrigação, manejo da poda e polinização, além da melhor adaptação às condições tropicais e subtropicais quando relacionada à cherimoia (SANTOS, 2009).

O cultivo de atemoia representa uma excelente atividade econômica para muitos municípios de região de clima semiárido, contribuindo para a questão social representada pela fixação de trabalhadores rurais, no campo garantindo emprego e renda (BRAZ, 2004).

A cultura da atemoia tem despertado grande interesse nos últimos anos no Brasil, por ser uma fruta deliciosa possuindo características adequadas à comercialização das frutas

exóticas e por ser utilizada para consumo *in natura* (SILVA; MUNIZ, 2011). De acordo com Mello et al. (2002), as iniciativas de exploração do potencial de mercado da atemoia ainda são insuficientes, principalmente em decorrência de ser cultivada por pequenos produtores, escassez de informações sobre o sistema de cultivo, pela inexistência de cultivares adaptadas às diversas regiões do país e pela importância econômica da atividade.

A produção nacional iniciou-se há mais de dez anos, sendo absorvida essencialmente pelo mercado interno, alcançando excelente preço devido à alta qualidade da fruta e a pouca oferta. Estima-se que dos 10 mil hectares de anonáceas cultivadas no Brasil, estima-se que 1000 hectares sejam de atemoia, distribuídos entre as regiões Nordeste (50%), e pomares dos estados da Bahia, Sul de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Norte do Paraná e São Paulo (NEVES; YUHARA, 2003).

3.2.2 Cultivares

As diferentes cultivares de atemoia apresentam características próprias de peso, carpelos, polpa, sabor, o que faz com que cada fruto tenha um comportamento distinto no amadurecimento (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000).

Os frutos têm formato diversificado de acordo com a variedade, cordiforme, cônicos ou ovados, lisos ou com protuberâncias; cor verde amarelado, polpa branca, doce, ligeiramente ácida, sucosa, mais saborosa que a pinha, muitos carpelos sem sementes, em média com 150 a 500 g (BONAVENTURE, 1999).

São conhecidas cerca de 15 cultivares de atemoia (MOSCA; CAVALCANTE; DANTAS, 2006), sendo que, no Brasil, as mais encontradas são: ‘Thompson’, ‘Pink’s Mammoth’, ‘Gefner’ e ‘African Pride’ (TOKUNAGA, 2000). De acordo com Bonaventure (1999), a variedade ‘Pink’s Mammoth’ é a mais antiga. A variedade ‘Thompson’ é na realidade a australiana ‘Hillary’, que algumas vezes também é chamada de ‘White’ e é a segunda mais plantada no mundo tendo uma relação direta com a ‘Pink’s Mammoth’. A variedade ‘African Pride’ é a mesma que a israelense ‘Kaller’. Foi exportada para o sul da África, onde ganhou esse nome.

3.2.2.1 Atemoia ‘Gefner’

A atemoia ‘Gefner’ é de origem israelense, possui gosto delicioso, perfumado e refinado, porém racha-se com facilidade dificultando o transporte. Alguns produtores afirmam que existe ‘African Pride’ I e II. A variedade ‘Gefner’, é uma cultivar bastante produtiva;

sendo que seus frutos atingem facilmente 450-500 g. Os frutos têm formato diversificado de acordo com a variedade, cordiforme, cônicos ou ovados, lisos ou com protuberâncias; cor verde amarelado, polpa branca, doce, ligeiramente ácida, sucosa, mais saborosa que a pinha, muitos carpelos estreitos pontiagudos sem sementes. Possui sabor agradável, doce, ligeiramente acidulado e aromático (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). A cultura da atemoia apresenta grandes perspectivas, pois seus frutos tendem a conquistar a preferência dos consumidores nacionais e internacionais (TOKUNAGA, 2000).

3.3 Alterações bioquímicas e fisiológicas na pós- colheita de anonáceas

Segundo Machado (2009), os frutos são alimentos que, além de apresentarem elevado teor de água, estão sujeitos a inúmeras alterações, já que a água como solvente universal de todos os sistemas biológicos é o principal veículo para o processamento de alterações de natureza química e bioquímica nos alimentos.

O amadurecimento é considerado como o aprimoramento do conjunto de processos que ocorrem desde os últimos estádios de desenvolvimento até as etapas iniciais da senescência, resultando em características de aparência e de qualidade para o fruto. Nessa fase, há um aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos se desenvolvem em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da acidez e adstringência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amadurecimento de frutos é um processo fisiológico complexo que promove transformações na cor, sabor, aroma e textura, até alcançar o estado comestível. Em frutos maduros, após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico, uma vez que estes não dependem mais da absorção de água e minerais realizada pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta mãe. Devido à alta perecibilidade, os frutos de anonáceas apresentam problemas em sua conservação pós-colheita, que são ocasionados por alterações metabólicas nos tecidos devido o amadurecimento, as quais, podem ser detectadas por diversas análises (MOSCA; CAVALCANTE; DANTAS, 2006).

A correta correlação do estágio de maturação no momento da colheita assegura a obtenção de frutas de boa qualidade, no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGE et al., 2002). Dessa forma, o estágio de maturação em que o fruto é colhido é o ponto inicial, dentro da cadeia de pós-colheita para a manutenção da sua qualidade (VILA, 2004).

Diversos processos fisiológicos bioquímicos estão envolvidos no processo de amadurecimento de frutos, dentre os quais destacam-se a degradação do amido em açúcares solúveis, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração enzimática (VILA, 2004).

3.3.1 Perda de massa fresca

A massa de um fruto está relacionada linearmente com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, exceto quando se encontra em estágio avançado de maturação, quando apresenta tendência a perder massa fresca em decorrência do maior teor de umidade e de maior permeabilidade da casca. Os principais fatores inerentes à perda de massa de frutos e hortaliças durante o armazenamento são a transpiração e a respiração (LEMOS, 2006).

Frutas e hortaliças possuem de 85 a 95% de água em seus tecidos e aproximadamente 100% em seus espaços intercelulares. Quando em condições ambientais de elevado valor de umidade relativa, a água contida nos tecidos vegetais do fruto passa da maior concentração para a menor concentração, ou seja, passa para o meio ambiente. Este fato se dá através do processo de transpiração, a qual, quando em excesso, pode modificar a aparência dos produtos tornando-os enrugados e opacos. Nesse caso, a textura apresenta-se mole, flácida e murcha, e o peso pode diminuir em até 10% do peso inicial. Quanto maior a superfície exposta do produto, maior é a sua taxa de transpiração (SILVA; MUNIZ, 2011).

A transpiração, caracterizada pela perda de água, leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alterações no sabor e aparência (HOJO et al., 2007). Segundo Lima; Alves; Filgueiras (2006) uma das principais consequências da perda de água é o prejuízo da aparência do fruto.

Valores de perda de massa entre 3 e 6% são suficientes para causar redução na qualidade de muitos produtos, enquanto que outros, mesmo perdendo 10% ou mais ainda podem ser comercializados (MOSCA; CAVALCANTE; DANTAS, 2006).

Por se tratar de um fruto climatérico, as mudanças que causam a perda de firmeza e o escurecimento de atemoia, devem-se à rápida elevação da taxa de biossíntese de etileno no início do processo de amadurecimento (SILVA et al., 2009).

Alternativas para a diminuição de perdas em frutos de anonáceas estariam concentradas na redução da temperatura, na aplicação de ceras e outras coberturas, além de embalagens constituídas de diferentes tipos de filmes. Perda de massa, em atemoia, acarreta perda de qualidade dos frutos e influencia na sua qualidade e aceitabilidade (TORRES, 2008).

3.3.2 *Firmeza da polpa*

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), a firmeza representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos mais firmes sugerem uma vida útil pós-colheita mais prolongada. Essa característica está associada não só à composição e estrutura das paredes celulares, como também, à manutenção de sua integridade.

Durante o processo de amadurecimento do fruto a transformação mais evidente que ocorre é o amaciamento da polpa, ocorrido após mudança de cor. A perda da integridade da parede celular promove a diminuição da firmeza pela degradação enzimática das moléculas que constituem a parede celular, provocando modificações estruturais, provocando o amolecimento da polpa (THUCKER, 1993).

O amaciamento da polpa de frutos de anonáceas ocorre principalmente devido a ação da enzima pectina metilesterase (PME) que de acordo com os autores esta pode ajudar direta ou indiretamente a ação de outras, ao criar um ambiente iônico adequado, ou, possivelmente, ao modificar a porosidade da parede celular. Desta forma, favorece o acesso de outras enzimas que reduzem o conteúdo de pectina total e solúvel (ALI et al., 2004).

O tecido comestível da polpa dos frutos é composto de células e a permeabilidade da plasmalema e a quantidade de espaços intercelular contribuem para o amaciamento dos tecidos, o que se considera como a primeira indicação da maturação (MOSCA; CAVALCANTE; DANTAS, 2006).

A perda de turgência constitui-se em outro processo que provoca o amolecimento de frutas, ocasionado pela perda de água durante a transpiração. Este processo é importante na pós-colheita, pois se dá pela diferença de pressão de vapor existente entre os tecidos do fruto e a atmosfera onde o fruto encontra-se armazenado (VILA, 2004).

O amolecimento, durante o amadurecimento de muitos frutos, é ocasionado por modificações dos polissacarídeos da parede celular, pela ação de enzimas pectinolíticas tais como a pectinametilesterase, b-galactosidase e poligalacturonase (PG) que, juntamente com a perda de água, contribuem para as mudanças de textura (LOPES et al., 2005).

O amaciamento durante a maturação pode ser minimizado pelo uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto e do armazenamento em atmosfera modificada e/ou controlada (GUEDES, 2007).

Estratégias utilizadas para modificar a atmosfera de frutos retardam a respiração, a perda de clorofila e de umidade, o escurecimento enzimático e o amadurecimento, além de

exercer efeito sobre a síntese de etileno, uma vez que sua síntese e ação requerem oxigênio (TORRES, 2008).

Em atemoia o amaciamento da polpa dos frutos ocorre durante o amadurecimento acompanhado dentre outras modificações pelo aumento dos sólidos solúveis e diminuição da circunferência e diâmetro dos frutos (SILVA; MUNIZ, 2011).

3.3.3 Aparência externa

A aparência externa é uma das principais variáveis utilizadas pelos consumidores no momento da compra de frutos. Dentre os fatores de desvalorização dos frutos de atemoia os principais são: frutos manchados, muito maduros e mal formados, sendo que acima de 45% da desvalorização ocorre devido às manchas escuras na casca.

Frutos de atemoia apresentam coloração verde, podendo sofrer escurecimento durante o amadurecimento devido à ação de diversas enzimas. A temperatura e condição atmosférica em que o fruto é armazenado exercem influência direta sobre seus processos metabólicos e atividade de diversas enzimas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), como consequência, frutos armazenados em diferentes condições ambientais podem apresentar diferenças na coloração (TORRES, 2008).

Segundo Silva e Muniz (2011) a aparência externa pode ser influenciada pela transpiração excessiva dos frutos em geral que perdem água para o meio ambiente, podendo modificar o aspecto visual dos produtos tornando-os enrugados e opacos. Nesse caso, a textura apresenta-se mole, flácida e murcha, e o peso pode diminuir em até 10% do peso inicial.

3.3.4 Cor

A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e que, conscientemente ou não, afeta a vida diária das pessoas, tendo um efeito estimulante ou inibidor do apetite. Varia intensamente com as espécies e mesmo entre cultivares. Os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (BATISTA, 2010).

As cores das frutas se devem aos pigmentos naturais existentes, sendo que os três tipos mais comuns nos vegetais são: a clorofila, os carotenoides e as antocianinas. Uma vez

que a coloração das frutas e hortaliças é resultante desses pigmentos, a variação na cor entre as cultivares de uma mesma espécie é usualmente devida às diferenças nas quantidades desses pigmentos (SOUZA, 2009). De início, a cor muda gradualmente de verde-escuro para verde-claro. Em seguida, ocorre o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e antocianinas).

A casca e a polpa de atemoia mudam de cor e aspecto com o amadurecimento. Em geral, há tendência de escurecimento enzimático da casca no final desta etapa, que se inicia com o climatério respiratório (WORRELL et al., 1994).

O escurecimento enzimático em frutos de anonáceas pode ser considerado intenso, e se inicia após a etapa de descascamento. Este fenômeno deve-se principalmente à ruptura das células e estruturas celulares que contém enzimas e seus substratos, colocando-os em contato com o meio aquoso e levando à rápida oxidação de fenóis que são compostos responsáveis pela formação de pigmentos escuros na casca e na polpa. Após o corte, a polpa de atemoia passa de branca a marrom rapidamente (SANTOS, 2009).

O escurecimento enzimático está relacionado à ação das enzimas polifenoloxidasas e peroxidases, que influenciam alterações indesejáveis no sabor, cor e aroma de vegetais (WORRELL, 1994).

Segundo Yamashita et al. (2002) o rápido amolecimento da polpa e escurecimento da casca são os principais problemas que afetam a comercialização de atemoias.

3.3.5 *Índice de rachadura*

Frutos de atemoia apresentam durante a fase de amadurecimento, separação de carpelos, podendo ocorrer rachaduras no fruto que expõe a polpa branca ('creaming') (TORRES, 2008).

Paull (1982) reporta que o número de rachaduras em atemoias aumenta com o pico respiratório, produção de etileno, aumento na concentração de sólidos solúveis, perda de peso, diminuição na circunferência do fruto e diâmetro do pedúnculo. De acordo com o autor, mudanças na pressão osmótica e turgência, relacionadas à produção de açúcares neutros durante o amadurecimento, causam uma movimentação de água resultando em rachaduras, o que poderia ser evitado reduzindo-se a perda de água pelo uso de ceras e/ou embalagens.

Paull (1982) e George, Nissen e Brow (1987) relatam que as rachaduras em atemoias iniciam-se próximo ao pedúnculo e posteriormente estendendo-se por todo o fruto.

3.3.6 Acidez titulável

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, onde estes são encontrados, na forma livre ou combinados, nos vacúolos celulares ajudando a compor o aroma característico das frutas. No ciclo dos ácidos tricarboxílicos (TCA), o teor dos ácidos orgânicos tende a diminuir durante o armazenamento, devido as oxidações ocorridas no TCA. Como durante o armazenamento ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo, justifica-se a diminuição dos ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os ácidos degradam-se rapidamente se o fruto logo após a colheita for mantido à temperatura ambiente. Este decréscimo pode ser retardado pelo uso do frio ou com atmosferas controladas e modificadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez, em vegetais, é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais de ésteres e glicosídeos. Os mais abundantes em frutas são o cítrico e o málico, havendo ocorrência de outros, de acordo com a espécie (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez é usualmente calculada de acordo com o principal ácido presente (cítrico, málico, entre outros) expressando-se o resultado com porcentagem de acidez titulável ao invés da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Silva et al. (2009) ressaltam que o aumento do teor de acidez em anonáceas é decorrente do amadurecimento e da perda de massa fresca ocorridos durante o armazenamento dos frutos.

O conteúdo de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos tropicais devido à sua utilização no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares durante o processo respiratório. Uma vez que a concentração de ácidos orgânicos totais tende a declinar, o pH sofre, por consequência, uma elevação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Frutos de atemoia apresentam valores de acidez entre 0,19 e 0,26% (MARCELINNI et al., 2003).

3.3.7 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é o índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. A medida do pH é importante para as determinações de

deterioração do alimento. Diversos fatores como a influência da palatabilidade, o desenvolvimento de microrganismos, a temperatura para o tratamento térmico e a indicação da embalagem, tornam imprescindível a determinação do pH do alimento (MACHADO, 2009).

O pH mede a quantidade de íons hidrogênio, representando o inverso do logaritmo da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um dado material e sua determinação é realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Silva et al. (2009) avaliando o uso de embalagem de polietileno e refrigeração na conservação pós-colheita de atemoia ‘Gefner’, verificou que os frutos mantido embalados individualmente com filmes plásticos mantiveram uma maior uniformidade do pH em decorrência do maior retardamento das transformações bioquímicas que acometem variações nesta variável.

3.3.8 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa das frutas, sendo designados como graus Brix, apresentando tendência de aumento com o processo de maturação, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou, ainda, pela excessiva perda de água dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O valor do Brix em graus é a correspondência entre o índice de refração e a porcentagem (% m/m) de sacarose em soluções aquosas a 20°C (MACHADO, 2009).

Conforme Guedes (2007), a variação dos sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Ao ocorrer a perda de massa há favorecimento no teor de sólidos solúveis, em decorrência da concentração dos teores de açúcares no interior dos tecidos.

O processo de desidratação do fruto, bem como a degradação da parede celular, pode elevar a concentração dos teores de açúcares totais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de sólidos solúveis nos frutos de anonáceas é elevado, constituindo-se principalmente de açúcares solúveis. A proporção elevada de frutose, que em atemoia supera a sacarose, contribui para o sabor extremamente doce deste fruto, uma vez que o poder adoçante da frutose é 1,7 vezes superior ao da sacarose (SILVA; MUNIZ, 2011).

Em atemoias o teor de sólidos solúveis pode atingir valores que variam de 15 a 24°Brix (MARCELINNI et al., 2003).

3.3.9 Amido

Dentre os polissacarídeos, o amido, composto por cadeias lineares e ramificadas de glicose, representa o principal carboidrato de reserva na maioria dos produtos vegetais. Em alguns frutos climatéricos imaturos, ele se encontra em proporção elevada, sendo hidrolisado à glicose com a evolução do amadurecimento. Em decorrência do aumento do teor de glicose, há aumento no grau de doçura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A intensificação da doçura do fruto decorre da hidrólise do amido, com consequente acúmulo de açúcares solúveis, principalmente glicose, frutose e sacarose. Tais açúcares são oxidados, servindo como substratos básicos no processo respiratório do fruto (MATSUURA; CARDOSO; RIBEIRO, 2002).

A hidrólise do amido é uma das características mais marcantes durante o processo de amadurecimento de frutos climatéricos, à medida que o amido é hidrolisado, constata-se um incremento nos teores de açúcares solúveis totais. O uso da atmosfera modificada através da embalagem diminui a velocidade da atividade das enzimas amilases, glicosidase e fosforilase, que atuam nas reações de hidrólise dos carboidratos em açúcares solúveis (SILVA et al., 2009).

A degradação de amido envolve a ação de várias enzimas, inclusive a alfa-amilase, beta-amilase, amido fosforilase e alfa-glicosidase. A ação cooperativa dessas enzimas resulta na liberação inicial de oligossacarídeos e, posteriormente, de maltose, glicose e glicose-1-fosfato (LIMA; ALVES; FILGUEIRAS, 2006).

Neto e Silva (2005) estudando o efeito da atmosfera modificada pelo uso de filme flexível em pinhas armazenadas a 13 °C verificaram decréscimo nos teores de amido de forma gradativa ao mesmo tempo em que o teor de sólidos solúveis foi aumentando. Constataram ainda que os valores mínimos de amido foram atingidos aos 10 dias de armazenamento.

3.3.10 Açúcares totais

O teor de açúcares desempenha importante papel nas características de sabor e aroma constituindo-se em um atributo de qualidade para frutas. Os açúcares são considerados como indicadores do estágio de maturação mais adequado para a colheita dos frutos. Durante

o processo de maturação, o acúmulo de açúcares é uma das principais características observadas simultaneamente à redução da acidez.

A intensificação da doçura do fruto decorre da hidrólise do amido, com consequente acúmulo de açúcares solúveis, principalmente glicose, frutose e sacarose. Tais açúcares são oxidados, servindo como substratos básicos no processo respiratório do fruto (MATSUURA; CARDOSO; RIBEIRO, 2002).

Os principais açúcares solúveis totais presentes nas frutas são a glicose, frutose e sacarose. A sacarose constitui-se no principal açúcar não redutor enquanto que a glicose e frutose são os principais açúcares redutores, havendo predominância da glicose na maioria dos frutos tanto climatéricos como não climatéricos (AGUIAR, 2010).

Outro aspecto de relevante importância é a proporção entre os diferentes tipos de açúcares, pois constitui um importante atributo de qualidade uma vez que diferem em grau de doçura, sendo assim, a frutose possui grau de doçura de 1,7 vezes maior que a sacarose e esta por sua vez maior que a glicose (AGUIAR, 2010).

3.3.11 Ratio

O ratio ou relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) indica o grau de doçura de um fruto ou de seu produto, evidenciando qual o sabor predominante, o doce ou o ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles (BATISTA, 2010). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) essa relação é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez.

O aumento da relação SS/AT, durante o amadurecimento, pode afetar a doçura e o flavor dos frutos, mas essa relação nem sempre é indicativo de sabor ou flavor ideais. Frutos com baixo teor de SS e baixa AT podem apresentar relação elevada e, no entanto, serem insípidos. Desta forma, é preciso conhecer a fruta e até mesmo suas diferentes cultivares para se identificar, em estágio de maturação específico, a relação SS/AT desejável ou que represente o melhor sabor (BATISTA, 2010).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o ratio além de dar uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes indica o sabor dos frutos. Avaliando frutos de atemoia ‘Gefner’ Batista (2010) verificou valor de rácio de 53,44.

3.3.12 Vitamina C

A vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel cuja ingestão diária pelo homem faz-se necessária, uma vez que o organismo humano não é capaz de sintetizá-la, sendo encontrada abundantemente em frutas e hortaliças e, em menor quantidade, em produtos de origem animal. É conhecida por prevenir o escorbuto e por atuar em importantes processos metabólicos, na síntese de lipídios e proteínas, metabolismo de carboidratos, respiração celular, formação e manutenção de colágeno, regeneração dos tecidos, prevenção de sangramento, reduzindo o risco de infecções e facilitando a absorção de minerais. Mais recentemente, tem sido destacada sua ação antioxidante, protegendo as células e os tecidos do processo oxidativo (BATISTA, 2010).

Santos (2009) afirma que o aumento do teor de vitamina C em frutos ao longo do armazenamento pode estar relacionado à atuação desta como antioxidante, em resposta ao avanço das reações oxidativas que ocorrem durante o armazenamento. Contudo, a diminuição dos teores de vitamina C pode está relacionada ao avanço do processo de amadurecimento e, por isso pode ser considerada como indicador da perda de qualidade dos frutos.

Em atemoias ‘Gefner’ o teor de vitamina C sofre variações durante o armazenamento dos frutos (SANTOS, 2009). Em estudo da embalagem e da refrigeração no armazenamento de atemóia cv. ‘Gefner’, Silva et al. (2009) verificou um aumento durante o período de quinze dias e estando associado de acordo com os autores, à grande perda de água verificada nos frutos, resultando em uma maior concentração em seus tecidos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos Frutos

As atemoias ‘Gefner’ foram colhidas em maturidade fisiológica na empresa Kabocla, localizada a 5°, 12’, 9,8’’S e 37°, 59’, 2’’W altitude de 158m na FAPIJA- Federação das Associações dos Produtores do Distrito Irrigado Jaguaribe Apodi, localizada na cidade de Limoeiro do Norte (CE). Em seguida foram transportados em caixas plásticas embalados em redes de poliestireno expandido (Figura 2) e transportados para a planta piloto de Frutas e Hortaliças do IFCE, onde foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos, lavados e posteriormente sanitizados em solução clorada na concentração de 50 ppm por 15 minutos.

Figura 2. Frutos de **atemoia** ‘Gefner’ embalados individualmente em redes de poliestireno expandido. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.



4.2 Aplicação dos tratamentos

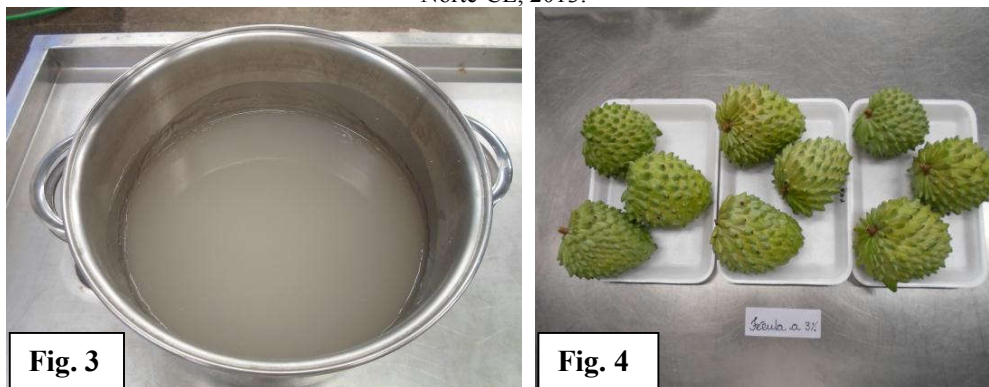
Após sanitização parte dos frutos foi recoberta com suspensão de fécula de mandioca na concentração de 3%, outra foi recoberta com filme de PVC comercial Alp Film®, esticável e autoaderente, com 15 µm de espessura, e os demais frutos foram mantidos sem tratamento representando o controle.

Para o preparo do biofilme foram diluídos 30 g de fécula em 1000 mL de água destilada (Figuras 3). Em seguida esta solução foi aquecida a 70°C até geleificação, sendo

posteriormente resfriada em temperatura ambiente para imersão. Os frutos foram imersos por 1 minuto e após secagem os mesmos foram acomodados em bandejas de isopôr (Figura 4).

Figura 3. Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

Figura 4. Frutos de atemoia ‘Gefner’ recobertos com filme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.



A outra parte dos frutos foi recoberta com filme PVC Alp Film® e também acondicionados em bandejas de isopor.

Os frutos de atemoia foram armazenados por 15 dias a temperatura de 15 °C (± 4 °C) e umidade relativa de 85% ($\pm 4\%$), sendo as análises realizadas a cada 3 dias.

Foram utilizados quatro tratamentos:

- **Tratamento 1 (T1):** Frutos sem recobrimento (controle)
- **Tratamento 2 (T2):** Frutos revestidos individualmente com PVC em tempo parcial
- **Tratamento 3 (T3):** Frutos revestidos individualmente com PVC em tempo total
- **Tratamento 4 (T4):** Frutos revestidos individualmente com biofilme de fécula de mandioca a 3%.

Figura 5- Frutos controle sem recobrimento.. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

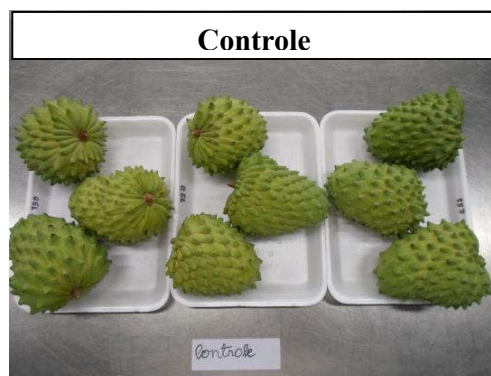


Figura 6- Frutos de atemoia ‘Gefner’ embalados individualmente com PVC em tempo parcial. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Figura 7- Frutos de atemoia ‘Gefner’ embalados individualmente em filme de PVC em tempo total. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Figura 8- Frutos de atemoia recobertos com biofilme de fécula de mandioca a 3%



As análises físicas e físico-químicas dos frutos foram conduzidas no Laboratório de Química de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte (CE). As análises de amido e açúcares totais foram realizadas no

Laboratório de Pós- colheita da Embrapa Agroindústria Tropical- EMBRAPA, Fortaleza (CE).

4.3 Avaliações físicas

4.3.1 Massa fresca

Os frutos de cada tratamento e em cada época de avaliação foram pesados individualmente, utilizando balança eletrônica com precisão de 0,1 g. A diferença de massa entre as avaliações foi acumulada durante a evolução do experimento, considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e aquela obtida em cada período de amostragem. A porcentagem de perda de massa fresca foi estudada e verificada a partir da equação:

$$PM(\%) = \left[\frac{P_i - P_j}{P_i} \right] \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

Pi = peso inicial do fruto menos peso da bandeja de isopor (g);

Pj = peso do fruto no período subsequente a Pi (g).

Esta análise foi realizada sempre no mesmo horário e nos frutos referentes ao último tempo de armazenamento.

4.3.2 Firmeza da polpa

A firmeza da polpa foi medida por meio de penetrômetro manual marca Soloeste[®], com ponteira de 8 mm de diâmetro realizada em três regiões equatoriais e equidistantes do fruto após remoção de pequena porção da casca. A leitura foi obtida em libras e convertida em Newton (N) multiplicando-se pelo fator 4,448.

4.3.3 Aparência externa

A aparência externa dos frutos foi avaliada utilizando escala subjetiva de 5 a 1, de acordo com a intensidade de depressões, murcha, ataque fúngico e manchas escuras na superfície do fruto, de acordo com a seguinte escala subjetiva: nota 5 (ausência de depressões,

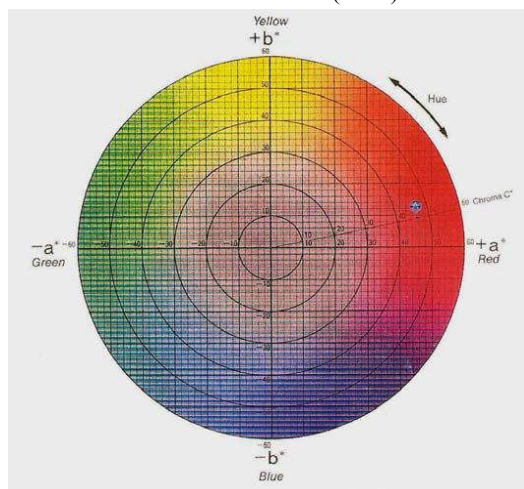
murcha ou ataque de microrganismos); nota 4 (traços de depressões e/ou murcha); nota 3 (leve depressões e/ou murcha); nota 2 (depressões e/ou murcha com média intensidade e leve ataque de microrganismos) e nota 1 (depressões e murcha com intensidade severa e ataque de microrganismos), sendo considerado impróprio para a comercialização o frutos que obtiverem nota igual ou menor que 3 (LIMA et al., 2004).

4.3.4 Cor da casca

A coloração da casca e da polpa dos frutos inteiros foi determinada por leituras obtidas a partir da emissão de um feixe de luz da lente do colorímetro (Konica Minolta spectrophotometer CM – 3500d), medidos por reflectância (Figura 9). Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) lab (color space) que incluem as variáveis L^* , a^* e b^* , onde L^* é uma medida da luminosidade de um objeto e varia do 0 (para o preto) até ao 100 (para o branco), a^* é uma medida do vermelho (a^* positivo) ou do verde (a^* negativo) e b^* é uma medida do amarelo (b^* positivo) ou do azul (b^* negativo). Para a cor da casca, foram realizadas duas leituras por fruto, em lados opostos da região equatorial e na base das terminações estilares (LIMA et al., 2004). A (Figura 9) abaixo ilustra a representação do espectro de cor emitido pelo colorímetro.

Figura 9. Representação L^* , a^* e b^* Color solid do Sistema Hunterlab Universal Software e descrição do ângulo Hue ($^{\circ}H$) e do índice de saturação cromática ou cromaticidade (C).

Fonte: Lima et al. (2004).



$$\text{Equação 1: Hue} = \tan^{-1} (b/a)$$

$$\text{Equação 2: C} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

A partir dos valores L^* , a^* e b^* foram calculados o ângulo hue ($^{\circ}H$) e índice de saturação croma (C). Para cada repetição foi utilizada a média de duas leituras por fruto.

4.3.5 Índice de rachadura

Para a avaliação foi observado na superfície da casca dos frutos o surgimento de rachaduras e realizada contagem a cada tempo de armazenamento (BARBOSA et al., 2011).

4.4 Avaliações físico-químicas

4.4.1 Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH 0,1 M, conforme IAL (2008). Aproximadamente 5 g da polpa foram diluídos em 50 mL de água destilada. Foram utilizadas 3 gotas de fenolftaleína a 1% como indicador. A solução de NaOH 0,1 M foi adicionada lentamente até a mudança de cor para levemente róseo. Os resultados foram expressos em gramas de ácido málico. $100g^{-1}$ de polpa.

4.4.2 pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH), foi realizado através de leitura em potenciômetro eletrônico sob agitação calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

4.4.3 Sólidos Solúveis

A polpa foi triturada em homogeneizador doméstico e em seguida diluída na concentração de 1g de polpa para 1 mL de água destilada (1:1) e homogeneizada com bastão de vidro e, posteriormente, filtrada em papel de filtro. Em seguida, tomando-se duas gotas do filtrado, mediu-se o teor de sólidos solúveis através de refratômetro digital portátil Modelo Atago, de acordo com a metodologia recomendada pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Os

resultados foram multiplicados por 2 para compensar a diluição, sendo estes expressos em °Brix.

4.4.4 Amido

O conteúdo de amido foi determinado pelo método DNS (3,5 - Dinitro – Salicílico, Sigma), conforme metodologia descrita por Miller (1959).

4.4.5 Açúcares totais

Os açúcares redutores foram determinados pelo método DNS (3,5 - Dinitro – Salicílico, Sigma), conforme metodologia descrita por Miller (1959).

4.4.6 Ratio

O ratio foi obtido pela relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

4.4.7 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico com solução DFI (2,6 diclorofenolindofenol (0,02%) até coloração rósea claro permanente descrito por Stroehcker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico em 100 g de polpa.

4.5 Delineamento experimental

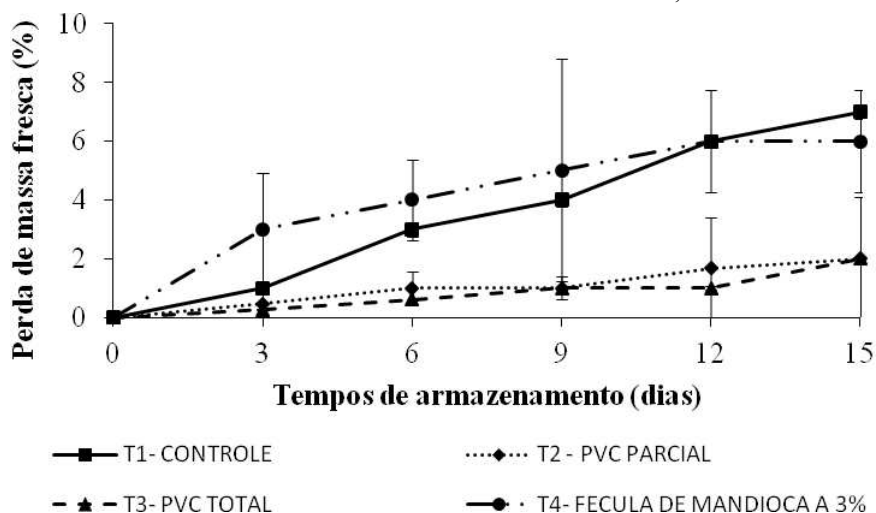
O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), disposto em esquema fatorial 4 x 6, com três repetições de três frutos por parcela, totalizando 116 frutos avaliados. O primeiro fator constou dos tipos de recobrimentos (controle, PVC parcial, PVC total e fécula de mandioca a 3%) e o segundo dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias). Os resultados foram avaliados por meio de comparação de médias dos tratamentos seguidos pelo desvio padrão proveniente de 3 repetições.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Massa fresca

Observou-se aumento da perda de massa durante o armazenamento para todos os tratamentos (Figura 10). As maiores porcentagens de perda de massa foram verificadas principalmente nos frutos recobertos com biofilme a base de fécula de mandioca a 3% (Tratamento T4) e nos frutos controle (Tratamento T1) com valores máximos ao final do armazenamento de 5,93 e 7,12%, respectivamente.

Figura 10– Perda de massa (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimento armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Os tratamentos T2 (PVC em tempo parcial) e T3 (PVC em tempo total) apresentaram menores perdas de massa. Conforme Silva (2009) esses teores mais baixos é em decorrência da barreira contra a movimentação de vapor de água que é estabelecida por meio do filme plástico que ao ser utilizado na conservação pós-colheita de frutos e hortaliças retém a umidade relativa no interior da embalagem, retardando desta forma o amadurecimento e a elevação das taxas respiratórias pela diminuição do etileno e atrasando o amolecimento (perda de firmeza) e várias outras transformações fisiológicas e bioquímicas.

Comparando-se os tratamentos com o uso do filme plástico com os frutos imersos em fécula de mandioca a 3% e os frutos controle observou-se que o filme plástico mostrou-se mais adequado ao uso na diminuição da perda de massa. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o uso de coberturas hidrofílicas, como o amido, tem limitações quanto às propriedades de barreira de vapor d'água.

Silva et al. (2009) avaliando a utilização de embalagem e refrigeração na conservação de atemoia cultivar 'Gefner' observou perdas médias de massa de 7,8% para frutos armazenados 15 dias sem embalagem, 2,5% para frutos armazenados em bandeja recobertas com filme de PVC e 1,7% para frutos embalados individualmente em filme de PVC.

Yamashita et al. (2002) observaram perda de massa bastante elevada chegando a 20% em frutos de atemoia armazenados sem recobrimento 21 dias enquanto que os frutos recobertos com polietileno apresentaram uma perda de massa cerca de 10 vezes inferior os frutos controle.

Perda de massa de 20% foi observada em frutos de atemoia armazenados sem embalagem plástica. Frutos armazenados com uso de polietileno retardou a perda de massa em valores de 0,8 a 2,9% sendo cerca de 10 vezes inferior aos frutos controle (YAMASHITA et al., 2002).

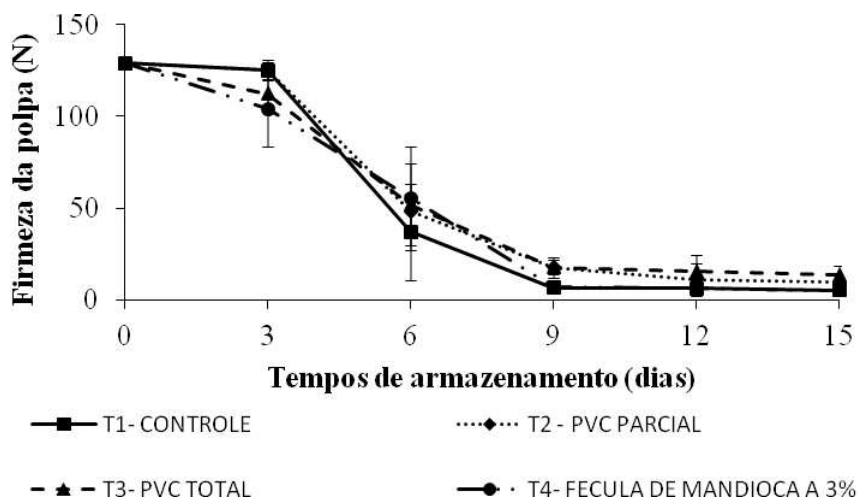
A perda de massa, por ser uma ocorrência de fácil percepção, exerce, juntamente com a aparência externa, grande influência no momento da comercialização dos frutos. As perdas médias de massa verificadas no presente trabalho encontraram-se em níveis aceitáveis visto que de acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o valor de 10% é o limite máximo de perda de massa na maioria dos frutos. Porém, Lima, Alves e Filgueiras (2003) relatam que uma das principais consequências da perda de água é o prejuízo da aparência do fruto e valores de 5% são suficientes para promover murcha, enrugamento e perda de consistência na maioria dos frutos e hortaliças.

A perda de massa, representada principalmente pela perda de água, também influencia as taxas em que o amaciamento da polpa ocorre e apresenta relação direta com a temperatura de armazenamento (JOHNSTON et al., 2001). Em conjunto, tais efeitos podem comprometer a qualidade e reduzir a vida útil pós-colheita (LIMA; ALVES; FILGUEIRAS, 2004).

5.2 Firmeza da Polpa

Observou-se perda de firmeza da polpa durante o período de armazenamento para todos os tratamentos estudados (Figura 11) em média variando de 129,0 a 8,62N no início e aos 15 dias de armazenamento, respectivamente.

Figura 11 – Firmeza da polpa (N) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimento armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Com relação aos tipos de recobrimento, verificou-se que apesar de não existir diferença significativa entre os tratamentos estudados, os frutos dos tratamentos T2 (PVC em tempo parcial) e o tratamento T3 (PVC em tempo total) apresentaram tendência de maiores valores médios finais de firmeza da polpa, sendo de 9,45 e 13,3 N, respectivamente. Esse resultado concorda com os encontrados para a característica perda de massa, pois os frutos recobertos com filme de PVC mantiveram-se com menor perda de massa o que auxilia na manutenção da firmeza dos frutos. Os frutos controle e imersos em fécula de mandioca a 3% apresentaram valores médios finais e semelhantes sendo de 5,29 e 5,3N, respectivamente.

Conforme Dússan- Sarria (2003) o fruto de atemoia se torna macio devido à ação de enzimas que atuam na hidrólise do amido, na transformação dos constituintes celulósicos, bem como na conversão da protopectina em pectina solúvel. Reconhecendo-se que o amaciamento é um fenômeno crítico durante a maturação da atemoia, é desejável que seja atrasado ao máximo após a colheita dos frutos (LIMA et al., 2003).

O amolecimento dos frutos é um dos processos do amadurecimento mais sensíveis ao etileno (LELIÈVRE et al., 1997). A firmeza de polpa do fruto é determinada pela força de coesão entre as pectinas na parede celular. Com a evolução do amadurecimento, ocorre a atuação de enzimas pectinolíticas (PME- pectinametilesterase e PG- poligalacturonase), que transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos (JACOMINO et al., 2002).

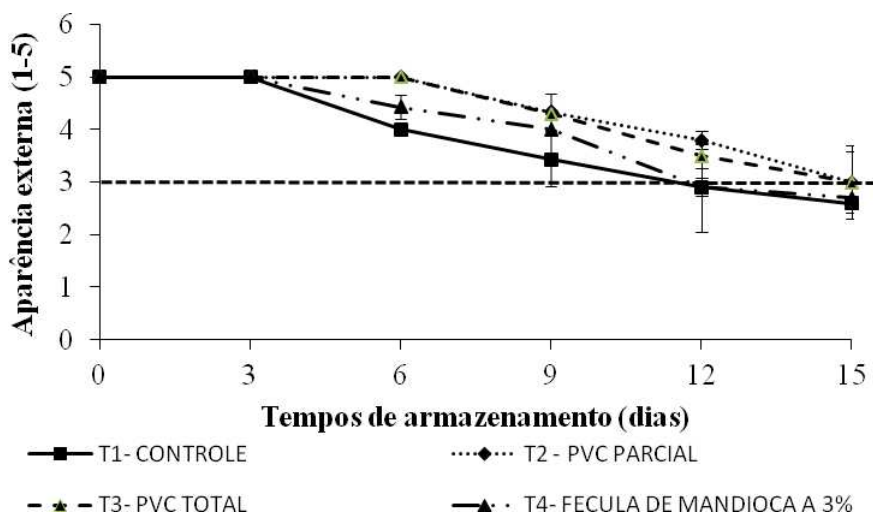
Cruz (2011) avaliando a preservação da qualidade de atemoia ‘Gefner’ tratadas com três concentrações de 1-MCP, uso de polietileno de baixa densidade (PEBD) e bandejas de poliestireno expandido (isopor) observou que para os frutos armazenados sem embalagem,

houve aumento nos valores da firmeza da polpa em comparação aos frutos recobertos, e isso ocorreu devido ao aumento da elasticidade do tecido ao longo do armazenamento.

5.3 Aparência externa

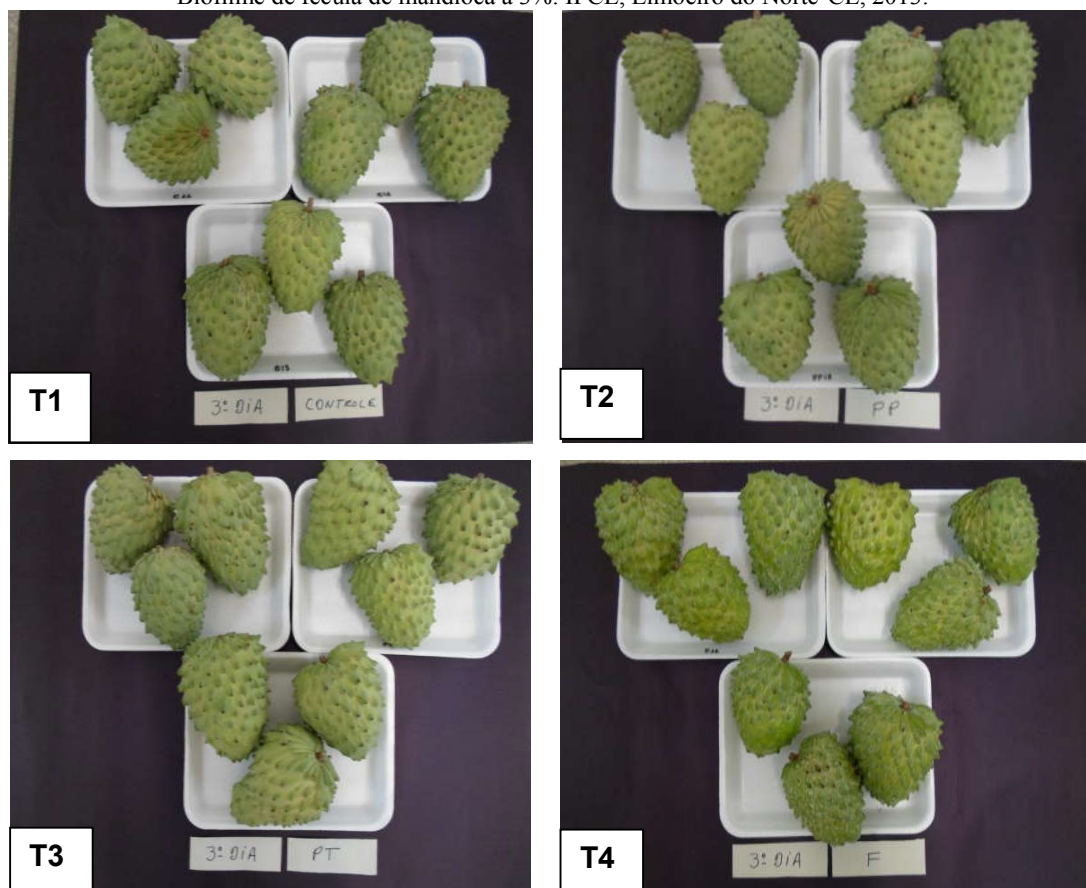
Os valores de aparência externa apresentaram decréscimo durante o armazenamento dos frutos (Figura 12). Houve perda de qualidade externa ao longo do armazenamento ocasionado principalmente pelo escurecimento da casca, surgimento de rachaduras e ataque fúngico. Durante o armazenamento, os frutos apresentaram redução de qualidade externa, apresentando média de 2,85 no último dia, estando impróprios para a comercialização.

Figura 12 – Aparência externa em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



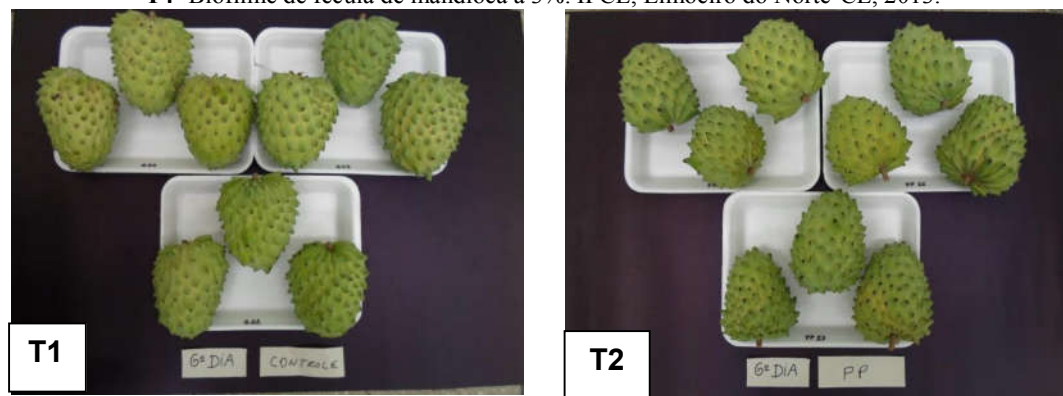
A aparência externa é influenciada principalmente pela perda de água que ocorre nos frutos durante os processos fisiológicos de transpiração e respiração dos frutos. As Figuras (13 a 17) ilustram a aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ durante armazenamento refrigerado em atmosfera modificada.

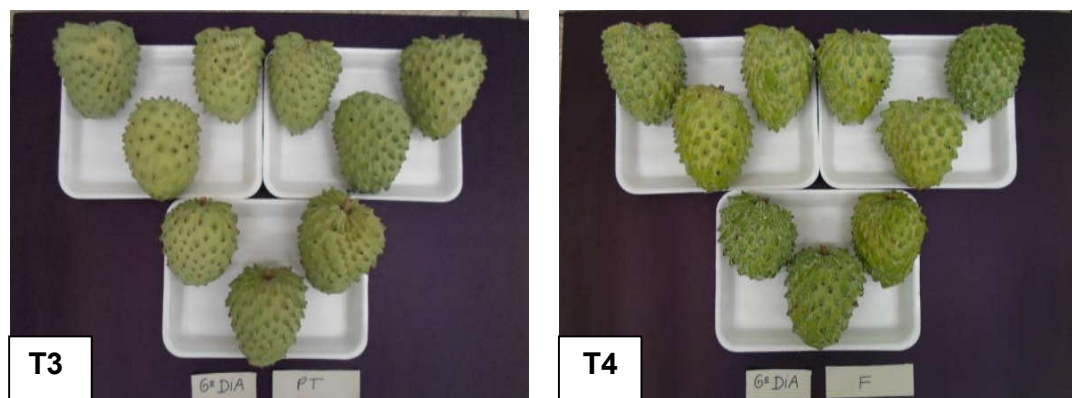
Figura 13 – Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 3º dia de armazenamento a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. **T1**- Controle, **T2**- PVC em tempo parcial, **T3**- PVC total e **T4**- Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.



Ao 6º dia de armazenamento (Figura 14) os frutos de atemoia encontravam-se em estado de maturação avançado em relação ao 3º dia, fato este verificado pela modificação da firmeza da polpa e aroma característico exalado durante o corte principalmente no que diz respeito aos frutos controle (T1).

Figura 14 – Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 6º dia de armazenamento a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. **T1**-Controle, **T2**- PVC em tempo parcial, **T3**- PVC em tempo total e **T4**- Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

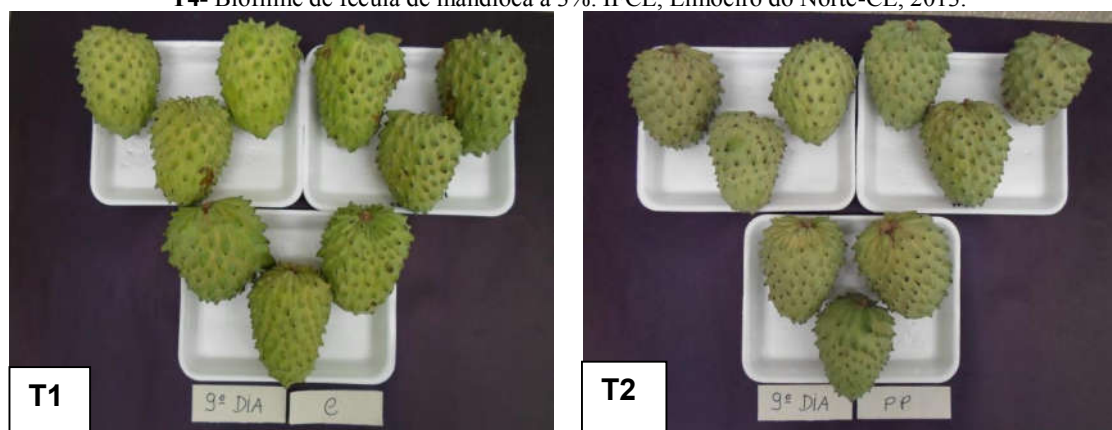


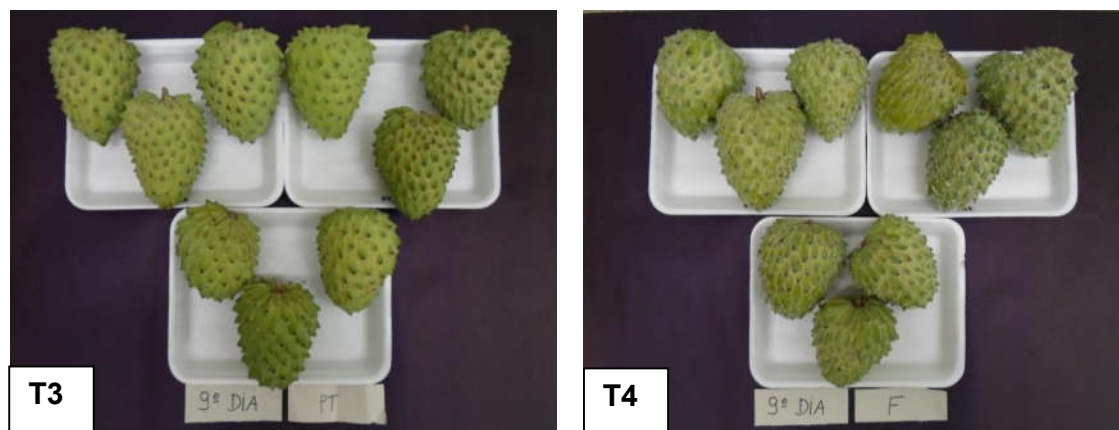


No 9º dia de armazenamento (Figura 15) não observou-se alterações na aparência externa dos frutos para todos os tratamentos, exceto os frutos recobertos com fécula de mandioca a 3% que demonstraram desprendimento do biofilme aplicado. O tratamento T3 (polietileno total) apresentou frutos com melhor aspecto de cor da casca, demonstrando menos opacidade e mais íntegros. Todos os frutos apresentaram odor agradável durante o corte. Os frutos de todos os tratamentos apresentaram-se aptos ao consumo e comercialização até esse período.

A partir do 9º dia os frutos de todos os tratamentos apresentaram rachaduras e exposição da polpa branca ou 'creaming'. Observou-se no surgimento das rachaduras que sempre se iniciava na região próxima ao pedúnculo dos frutos.

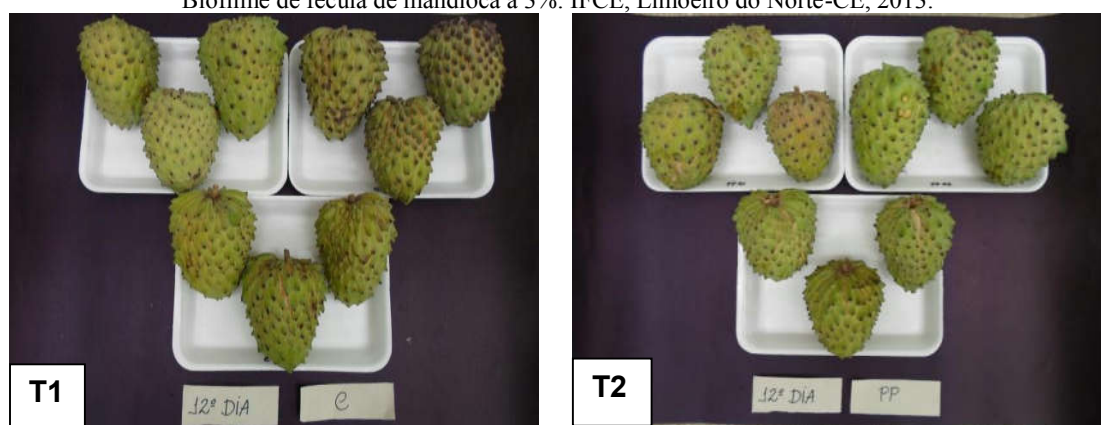
Figura 15 – Aparência externa dos frutos de atemoia 'Gefner' no 9º dia de armazenamento a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. **T1**- Controle, **T2**- PVC em tempo parcial, **T3**- PVC em tempo total e **T4**- Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

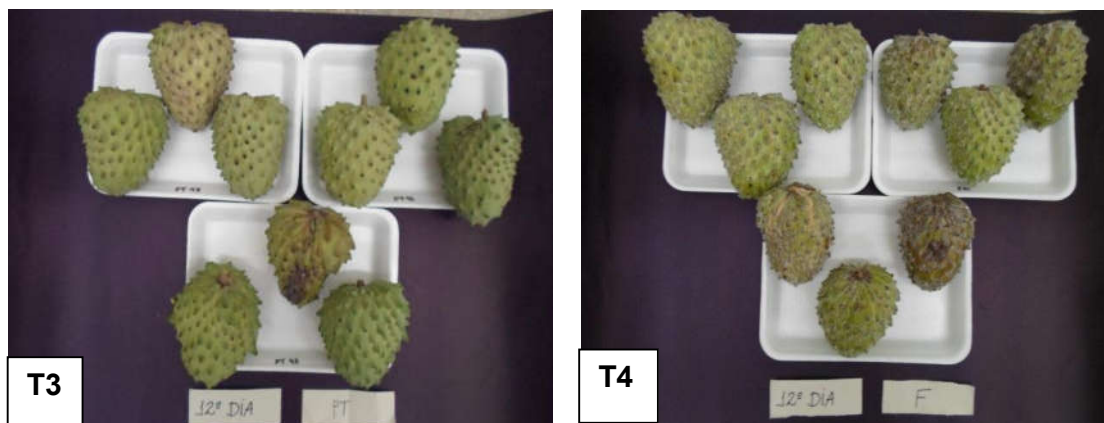




No 12º dia de armazenamento (Figura 16) verificou-se a presença de rachaduras e escurecimento da casca dos frutos principalmente os pertencentes ao tratamento T4 (fêcula de mandioca a 3%). Os tratamentos T2 (polietileno em tempo parcial), T1 (frutos controle) e T3 (polietileno em tempo total) demonstraram escurecimento da casca e polpa mole. Frutos controle demonstraram menor intensidade de escurecimento da casca. Essas modificações observadas nos frutos pertencentes aos demais tratamentos comprometem o aspecto e, portanto, a qualidade, aceitação e consequentemente a comercialização dos frutos pelos consumidores. Ainda apresentavam dificuldade para serem manuseados durante as avaliações pelo fato da fácil desintegração, perda considerável da firmeza e odor desagradável comprometendo-os para comercialização.

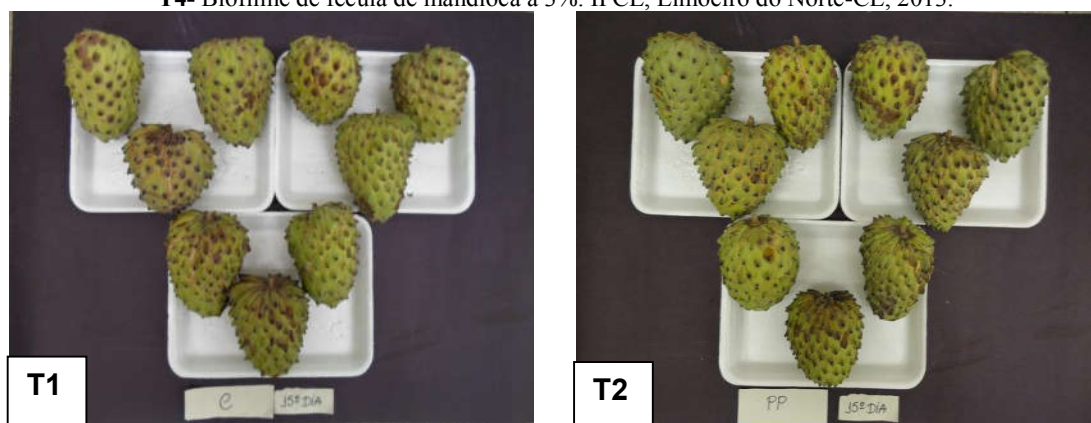
Figura 16 – Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 12º dia armazenamento a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. **T1**- Controle, **T2**- PVC em tempo parcial, **T3**- PVC em tempo total e **T4**- Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

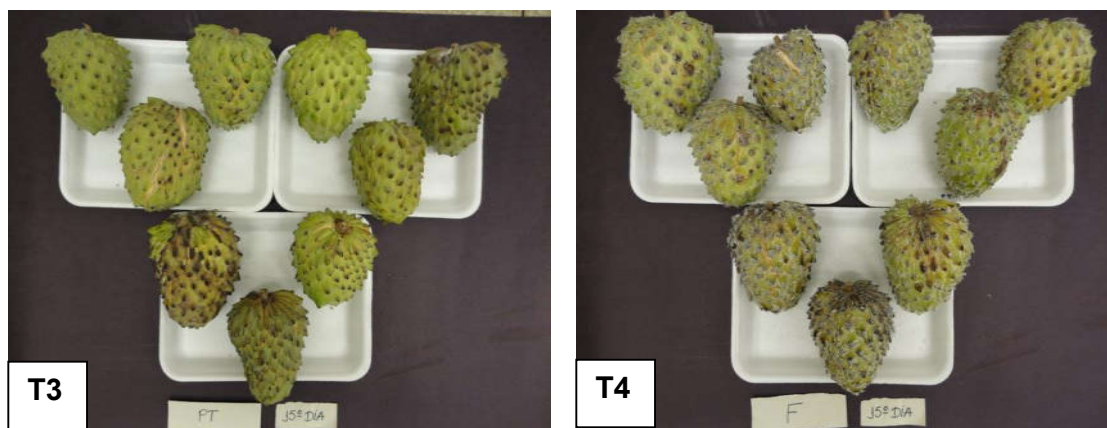




Com relação aos frutos do 15º dia de armazenamento (Figura 17) observou-se que estes se apresentaram com maior número de manchas escuras na casca, desprendimento do biofilme de fécula de mandioca, aparecimento de coloração laranja na polpa e rachaduras severas junto ao pedúnculo e na extensão da região lateral da casca. Verificou-se que os frutos estavam com polpa bastante mole evidenciando estágio de maturação avançado. O ataque fúngico foi verificado com maior intensidade nos tratamentos T3 (PVC em tempo total) e T4 (fécula de mandioca a 3%).

Figura 17 – Aparência externa dos frutos de atemoia ‘Gefner’ no 15º dia de armazenamento a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. **T1**- Controle, **T2**- PVC em tempo parcial, **T3**- PVC em tempo total e **T4**- Biofilme de fécula de mandioca a 3%. IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.





Torres (2008) avaliando a qualidade pós-colheia de atemoias ‘Thompson’ armazenadas sob atmosfera modificada e associada ao uso de tratamento hidrotérmico observou que o tratamento hidrotérmico não teve influência sobre o tempo de armazenamento de frutos de atemoia desses frutos, no entanto, a embalagem contribuiu para a manutenção da aparência externa durante o período total do armazenamento de atemoias ‘Thompson’ nas temperaturas de 8 e 15 °C, por 21 e 18 dias, respectivamente.

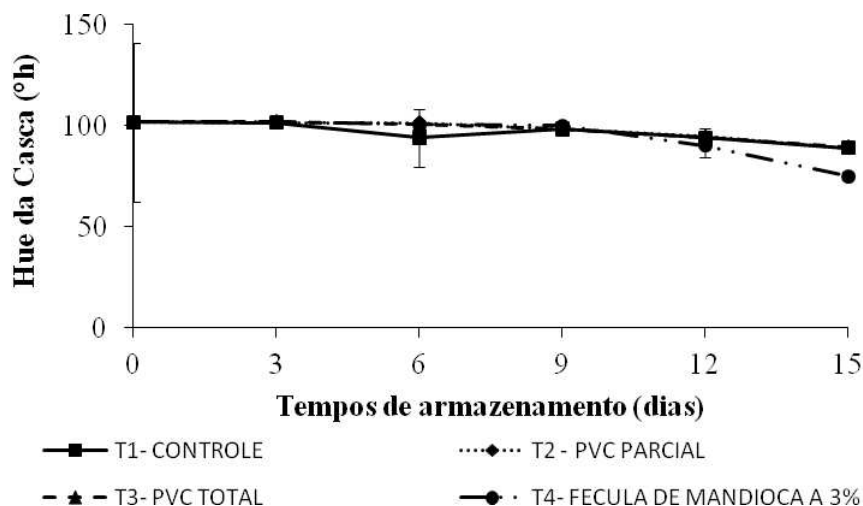
Conforme Torres (2008) a aparência externa é um dos principais parâmetros utilizados pelos consumidores no momento da compra de frutos.

5.4 Cor da casca

5.4.1 Ângulo de cor (hue)

Ao longo do armazenamento dos frutos de atemoia verificou-se pequeno decréscimo nos valores do °hue ou ângulo de cor (Figura 18). Essa alteração indica variação de cor da casca de verde para verde amarelado, fato observado em todos os tratamentos, sendo mais intenso para os frutos recobertos com fécula de mandioca a 3% (T2) apresentando valores finais de 75,19 °hue.

Figura 18 – Ângulo hue (°hue) da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



O decréscimo no ângulo hue ao longo do período de armazenamento indica a mudança de coloração casca dos frutos de verde para verde amarelado. O resultado observado no presente trabalho concorda com os resultados obtidos por Lima et al. (2003), que citam que essa alteração deve estar associada à degradação da clorofila.

Os frutos totalmente revestidos com PVC e os frutos controle apresentaram valores mais elevados de ângulo de cor sendo de 94,44 C e 93,95, respectivamente. Frutos revestidos parcialmente demonstraram médias finais de 88,92 C.

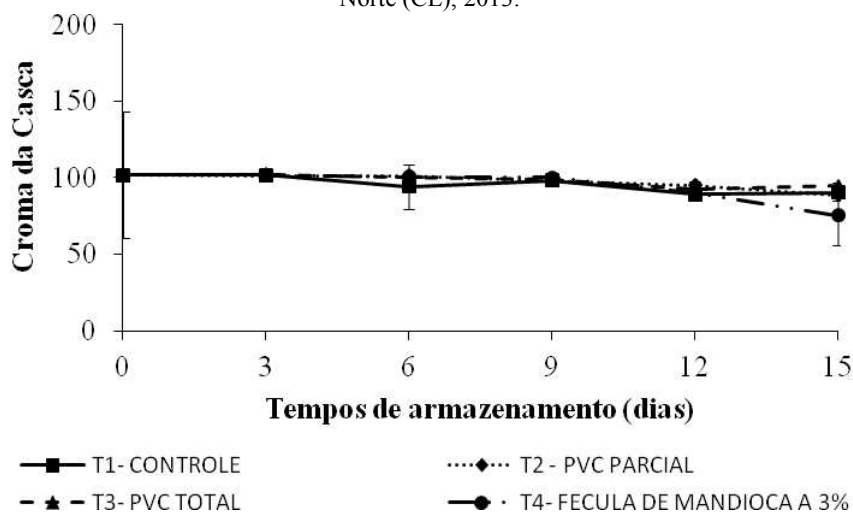
Segundo Siqueira (2008) a utilização da atmosfera modificada leva a um atraso no desmascaramento dos carotenóides pré-existent, em função da lenta degradação da clorofila a partir da atividade enzimática da clorofilase deixando os frutos mais verdes por mais tempo. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que o recobrimento reduz a concentração de oxigênio que o fruto necessita para realizar seu metabolismo normal. Porém, no presente trabalho não foi observado diferença significativa entre os frutos recobertos com filme de PVC e o controle apesar dos frutos controle terem demonstrado menor valor médio final para essa variável.

5.4.2 Croma

A intensidade da cor (croma ou cromaticidade) apresentou aumento dos valores até o 6º dia de armazenamento com posterior redução (Figura 18). Os frutos revestidos com fécula de mandioca a 3% (T4) apresentaram o menor valor de cromaticidade ao final do

armazenamento apresentando valor médio de 75,19 C, provavelmente devido ao aspecto final do recobrimento que estava se desprendendo da casca.

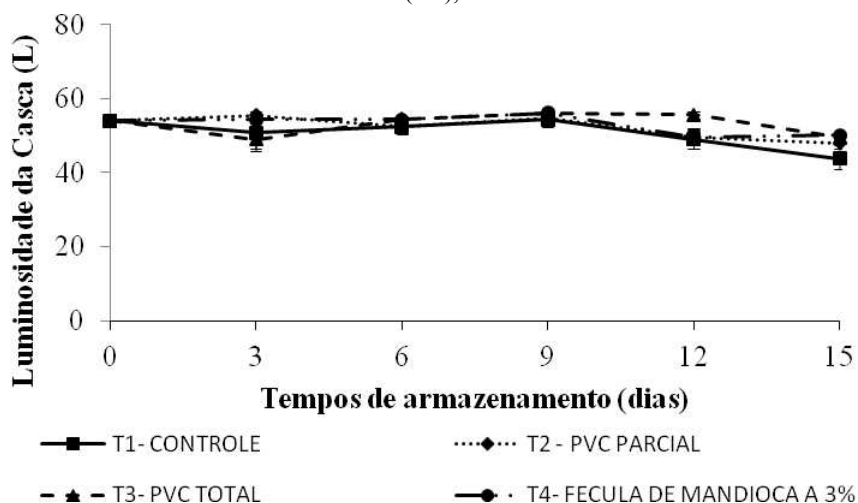
Figura 19 – Cromaticidade da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



5.4.3 Luminosidade

Os valores de luminosidade (brilho) sofreram pequenas alterações durante o armazenamento das atemoias (Figura 20), apresentando leve redução após o 12º dia de armazenamento, sendo mais intensa para os frutos controle, possivelmente associada ao início do escurecimento da casca decorrente do avanço do amadurecimento e posterior senescência da atemoia.

Figura 20 – Luminosidade da casca de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Farias et al. (2011) afirmaram que no amadurecimento de anonáceas entre outras modificações a cor da casca perde o brilho sendo que este fenômeno está associado ao aumento do pico respiratório e de etileno. Goni et al. (2007) relacionam ainda a hidrólise do amido e modificações da parede celular.

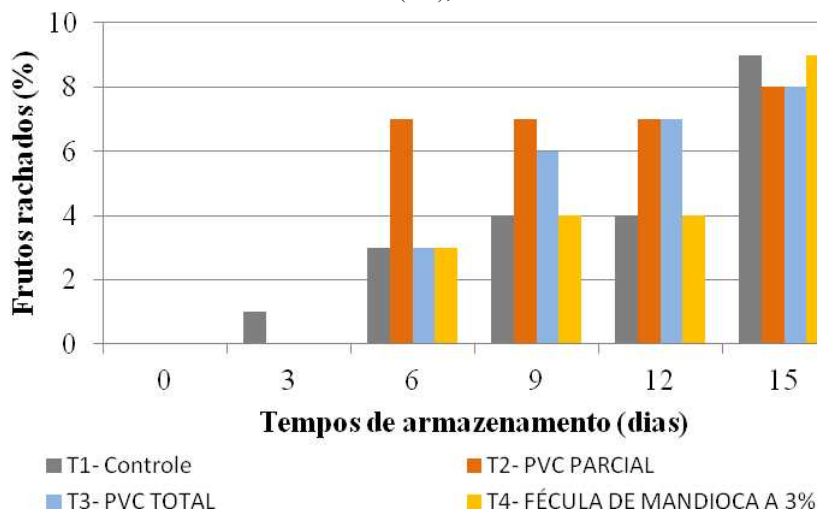
Paull (1982) relatou que a cor da casca da graviola muda de verde-escuro para uma cor mais amarelada durante o amadurecimento, tendendo a tornar-se completamente escura com a senescência.

De acordo com os autores, os frutos acondicionados em atmosfera modificada mudaram de cor mais lentamente, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento, sendo que os frutos sem embalagem atingiram, em um menor período, menores valores do ângulo hue. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a embalagem, quando em concentrações ideais de gás carbônico e oxigênio, diminui a velocidade do metabolismo do fruto, atrasando o desmascaramento dos carotenóides pré-existentes, em função da lenta degradação da clorofila a partir da atividade enzimática da clorofilase.

5.4.4 Índice de rachadura

Observou-se aumento da incidência de frutos rachados durante o armazenamento dos frutos de atemoias para todos os tratamentos estudados (Figura 21). Os frutos controle apresentaram rachadura em somente um fruto ao 3º dia enquanto que os demais tratamentos só apresentaram frutos rachados no 6º dia de armazenamento. Verificou-se ainda que os frutos recobertos parcialmente com PVC apresentaram os maiores índices de rachadura no 6º dia de armazenamento com 7 frutos rachados enquanto que os demais tratamentos apresentaram rachaduras em apenas 3 frutos.

Figura 21 – Índice de rachaduras (%) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Observou-se que no início do experimento os frutos controle (T1) apresentaram 1 fruto rachado. Frutos envoltos com PVC em tempo parcial (T2) demonstraram rachaduras em 7 frutos no 6º, 9º e 12º dias de armazenamento. No 12º dia frutos envoltos com PVC em tempo total apresentaram 7 sete frutos rachados. No 9º e 12º dias de armazenamento frutos envoltos em fécula de mandioca a 3% demonstraram três e quatro frutos rachados nesse período. Ao final do armazenamento os frutos envoltos em embalagem plástica de PVC demonstraram as menores contagens de rachaduras quando comparados aos frutos controle e envoltos em fécula de mandioca a 3%.

Conforme Silva et al. (2009) a rachadura em atemoias é um sério problema pós-colheita, pois expõe a polpa ao ataque de insetos e microrganismos.

Segundo Paull (1982) as rachaduras em atemoias estão associadas ao aumento do teor de sólidos solúveis da polpa. Conforme o mesmo autor, esse aumento dos teores de sólidos solúveis na polpa poderia fazer migrar a umidade da casca para a polpa levando ao aparecimento das rachaduras na casca. A rachadura no fruto de atemoia geralmente ocorre, reduzindo sua qualidade e capacidade de comercialização, além de aumentar o ataque de patógenos pós-colheita.

A rachadura ocorre próximo ao pedúnculo e se dirige à base do fruto e pode ocorrer tanto na pré quanto na pós-colheita e a quantidade varia com a cultivar (PAULL 1982; GEORGE et al., 1987).

Barbosa et al. (2011), avaliando o índice de rachadura em atemoia ‘Gefner’ armazenada em temperatura ambiente, observaram o surgimento de rachaduras próximas ao

pedúnculo espalhando-se até a base do fruto durante o amadurecimento e assemelhando-se ao verificado no presente trabalho.

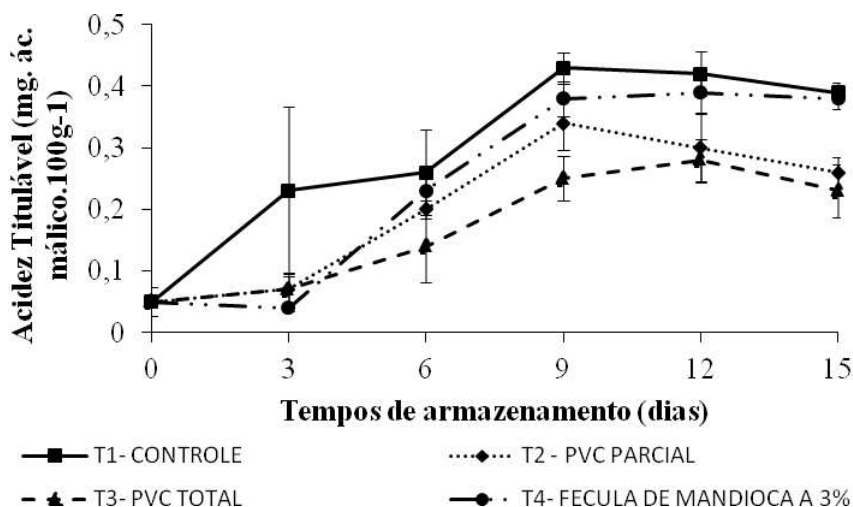
A vida pós-colheita das anonáceas normalmente limita-se pela deterioração fisiológica, isso é consequência do amadurecimento excessivo do fruto, que apresenta amolecimento rápido da polpa, escurecimento e rachaduras, e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões (SILVA et al., 2009).

Conforme Silva et al. (2011) o termo ‘creaming’ refere-se ao fenômeno que ocorre em frutos de atemoia os quais na parte final do desenvolvimento os carpelos tendem a se afastarem expondo a polpa branca, podendo ser considerado como uma indicação do amadurecimento. Os frutos são colhidos quando cerca de 40% da superfície se mostra com a polpa branca ou “creaming”.

5.4.5 Acidez titulável

Observou-se aumento nos teores de acidez titulável até o 12º dia de armazenamento com posterior decréscimo para todos os tratamentos estudados (Figura 22). Os frutos embalados em tempo total com embalagem de PVC (T3) ou em tempo parcial (T2), apresentaram os menores teores de acidez titulável. Os frutos controle (T1) atingiram teores mais elevados no 3º dia de armazenamento. Os frutos recobertos com fécula de mandioca a 3% (T4) demonstraram atraso na elevação dos teores de acidez, mas, ao final do armazenamento, obtiveram teores próximos aos observados nos frutos controle.

Figura 22 – Acidez titulável (%) de ácido málico em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Os menores teores de ácidos encontrados nos frutos recobertos com PVC possivelmente devem-se a redução no metabolismo dos mesmos pela redução na concentração de O₂ causado pela barreira do filme de PVC.

Conforme Wills et al. (1984) os aumentos mais expressivos na acidez titulável de atemoia ocorrem até que se registre o pico climatérico. Estas mudanças refletem o acúmulo inicial de ácido málico, que passa, então, a valores relativamente estáveis.

Em anonáceas, existe uma relação entre a acidez titulável e a maturação. Em graviola, Paull et al. (1982) determinaram, durante a maturação, os níveis de ácidos málico, cítrico, e oxálico e verificaram que o ácido málico era predominante e aumentava sete vezes em relação ao valor inicial, sugerindo, dessa forma, ser o maior contribuinte para o sabor ácido do fruto. Beerh et al. (1983) relataram que a acidez titulável da polpa das diferentes espécies de *annonas* quando maduras varia de 0,3 a 0,4%, sendo o ácido cítrico o predominante, enquanto que Paull et al. (1983) apontam a predominância do ácido málico.

Em estudo do armazenamento refrigerado de atemoias ‘Gefner’ e ‘African Pride’, Yamashita et al. (2002) relataram decréscimo da acidez titulável ao longo do período de armazenamento dos frutos.

Torres (2008) avaliando a qualidade pós-colheita de atemoia ‘Thompson’ submetidas ao uso de filme de PVC e diferentes temperaturas de refrigeração durante 25 dias de armazenamento, observou aumento no teor de acidez de 0,13 a 0,28% de ácido cítrico. Mosca e Lima (2003) observaram valores de 0,13 a 0,35% de ácido cítrico em atemoias ‘Gefner’ armazenadas a 27°C durante o período de 6 dias.

Silva et al. (2009) avaliando a qualidade de atemoias, verificaram valores médios de acidez titulável de 0,08 a 0,42% de ácido cítrico inferiores aos valores encontrados no presente trabalho para os frutos controle (T1) e recobertos com fécula de mandioca (T4) que foram de 0,39 e 0,38%, respectivamente.

Neves; Yuhara (2003) avaliando a qualidade pós-colheita de atemoias pertencentes às cultivares ‘Gefner’, ‘PR-3’, ‘Thompson’ e ‘African Pride’ observaram valores de acidez em ácido cítrico de 0,25, 0,17, 0,30 e 0,29% respectivamente durante o armazenamento.

Silva et al. (2011) avaliando a qualidade de pinhas armazenadas a 15 °C envoltas ou não por embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), constataram tendência de diminuição nos valores de acidez titulável durante o armazenamento.

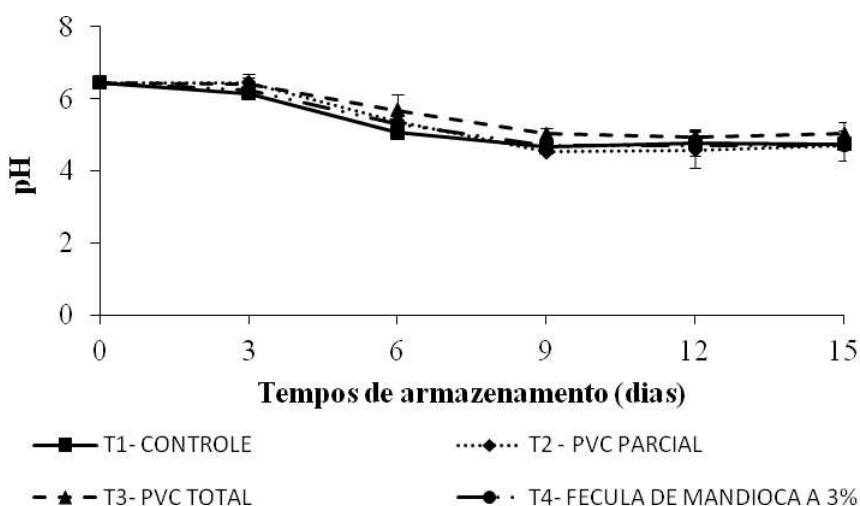
Mello et al. (2002) avaliando a qualidade de cherimoias ‘Fino do Jete’, observaram que os teores de acidez titulável praticamente ficaram inalterados quando os

frutos foram armazenados a 12°C e recobertos com filme de polietileno incorporado com absorvedor de etileno, enquanto que nos frutos controle, ocorreu um aumento próximo a 0,43% de ácido cítrico.

5.4.6 pH

Observou-se que o pH (Figura 23), demonstrou diminuição dos valores para todos os tratamentos, sendo menos intensa para os frutos recobertos totalmente com PVC (T3) que apresentou valor médio final de 5,02. Frutos controle (T1), revestidos com fécula de mandioca a 3% (T4), e envoltos parcialmente em PVC (T2) obtiveram valores muito semelhantes de pH variando de 4,70 a 4,74.

Figura 23- Evolução do pH em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Segundo Silva et al. (2009) esse comportamento deve-se ao efeito do recobrimento com PVC que diminui o contato do fruto com a atmosfera e, como consequência, retarda as transformações bioquímicas responsáveis pelas alterações no pH dos frutos.

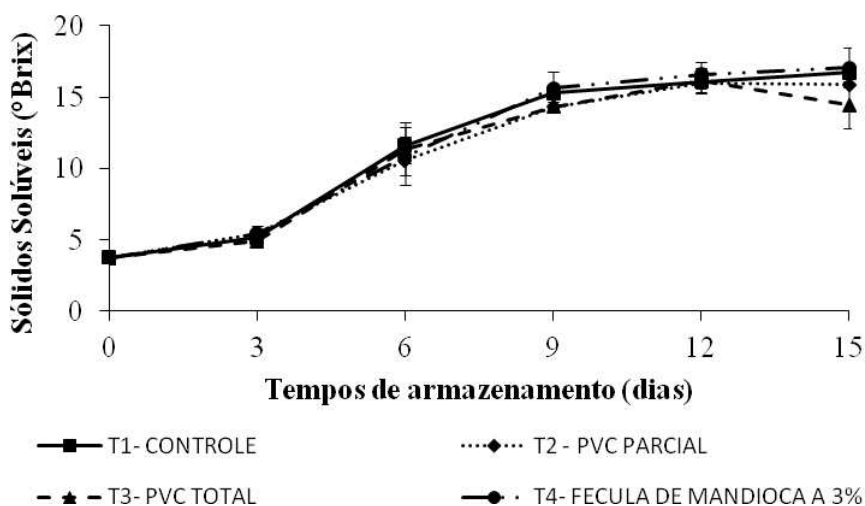
Silva; Muniz (2011), avaliando a qualidade pós-colheita de atemoias ‘Gefner’ em estádios de maturação “de vez” e “maduro” verificaram valores médios de pH de 4,33 e 4,29, respectivamente, estando de acordo aos valores encontrados no presente trabalho.

5.4.7 Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis apresentaram aumento durante o armazenamento com valor inicial de 3,75° Brix e posteriormente atingindo teor médio final de 16,0°Brix (Figura 24). Esse aumento nos teores de sólidos solúveis está relacionado à hidrólise do amido e consequente acúmulo de açúcares solúveis como glicose e frutose.

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa dos frutos. Corresponde a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 24 – Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Entre as transformações mais importantes que ocorrem nos frutos durante a maturação e o amadurecimento incluem-se as observadas nos carboidratos, principalmente o amido, desempenhando um papel crítico na vida útil dos frutos e no desenvolvimento da qualidade representada pela textura e dulçor (SEYMOUR et al.,1993). Segundo Silva et al. (2009) o incremento nos teores de sólidos solúveis em atemoias é devido, provavelmente, à conversão do amido em açúcares solúveis. Com a evolução da maturação a concentração de açúcares solúveis, como glicose, frutose e sacarose aumentam, podendo ocorrer posterior declínio em função de sua utilização como fonte de energia (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos revestidos com filme de PVC apresentaram, em média, os menores teores de sólidos solúveis. Esse comportamento pode estar relacionado ao uso da embalagem de PVC que retardou o processo de amadurecimento do fruto com consequente diminuição da

hidrólise do amido e posterior transformação em açúcares solúveis. Os filmes plásticos à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido a sua praticidade, ao custo relativamente baixo e à alta eficiência têm sido bastante utilizados, principalmente quando associados ao armazenamento refrigerado para evitar perdas de frutos (SILVA et al., 2009).

Resultados semelhantes foram identificados por Silva et al. (2009) que observaram um aumento no teor de sólidos solúveis, apresentando maiores teores nos frutos controle, variando de 10,00 a 31,42 °Brix no 15º dia de armazenamento. Conforme os mesmos autores esse fato pode ter ocorrido em virtude da perda de água pelos frutos, aumentando a concentração de açúcares por grama de tecido.

Yamashita et al. (2002) constataram que frutos de atemoia ‘PR3’ armazenados a 15 °C apresentaram teor de sólidos solúveis totais de 22,6 °Brix ao 10º dia, aumentando para 20,8 °Brix no 13º dia, quando os frutos encontravam-se totalmente maduros. Frutos controle armazenados a 25 °C amadureceram em 4 a 5 dias e apresentaram valores próximos a 20,7°Brix.

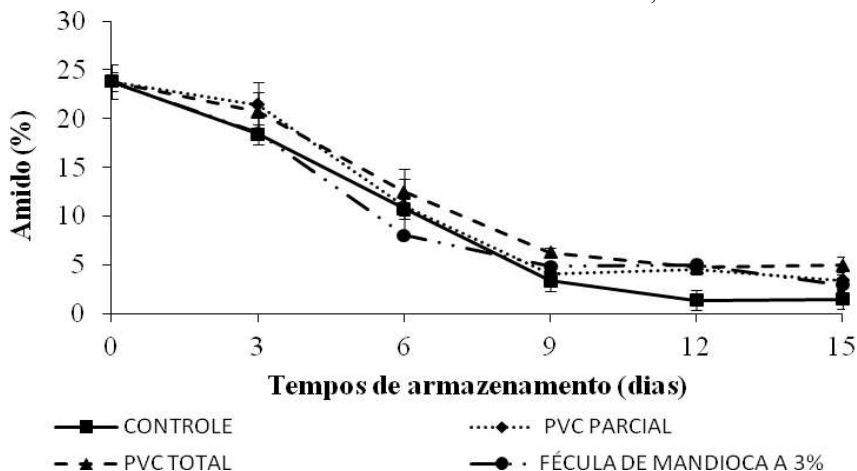
Santiago et al. (2006) avaliando o armazenamento pós-colheita de pinhas constataram que no 4º dia de armazenamento a 20 °C os frutos (controle) apresentaram teor de 24,3 °Brix, enquanto que os frutos embalados em PVC apresentaram 21,3 °Brix. Após este dia o teor de sólidos solúveis não diferiu significativamente, permanecendo praticamente constante.

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa dos frutos. Corresponde a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água, tendo como principais constituintes os açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

5.4.8 Amido

Evidenciou-se com o decorrer do armazenamento o decréscimo acentuado do teor de amido para todos os tratamentos estudados (Figura 25). Entretanto, os frutos revestidos em biofilme de fécula de mandioca a 3% e os frutos controle mostraram hidrólise do amido mais acelerada fato este comprovado pelos menores valores médios finais observados, sendo de 2,94 e 1,43% de amido, respectivamente. Frutos revestidos parcial e totalmente com filme de PVC demonstraram médias finais de 3,37 e 4,94% de amido, respectivamente.

Figura 25- Teor de amido (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Essa redução do conteúdo de amido está intimamente associada à hidrólise desse carboidrato ocasionada pela ação de enzimas específicas (amilases) que degradam a extensa cadeia do amido dando origem aos açúcares solúveis tais como glicose. As características amido e açúcares totais apresentam comportamento inversamente proporcional, pois à medida que o teor de amido diminui, a porcentagem de açúcares solúveis totais aumenta.

Segundo Mosca, Cavalcante e Dantas (2006) a mudança mais marcante na composição química dos frutos de anonáceas durante o amadurecimento é a diminuição no conteúdo de amido e o aumento de açúcares, em forma progressiva.

Caracterizando atemoias ‘Gefner’ em três estádios de maturação (90, 120 e 128 dias), Aguiar (2010) verificou uma redução no conteúdo de amido ao longo do amadurecimento dos frutos que apresentaram valores de 25, 15 e 2,5%, respectivamente. Teores de 0,4 e 0,8% de amido foram obtidos em atemoias ‘Gefner’ colhidas em estado de maturação fisiológica e permaneceram armazenadas a $25,9^\circ\text{C} \pm 1,7^\circ\text{C}$ e umidade relativa $66\% \pm 5\%$ até atingirem o estágio de maturação maduro (BATISTA, 2010).

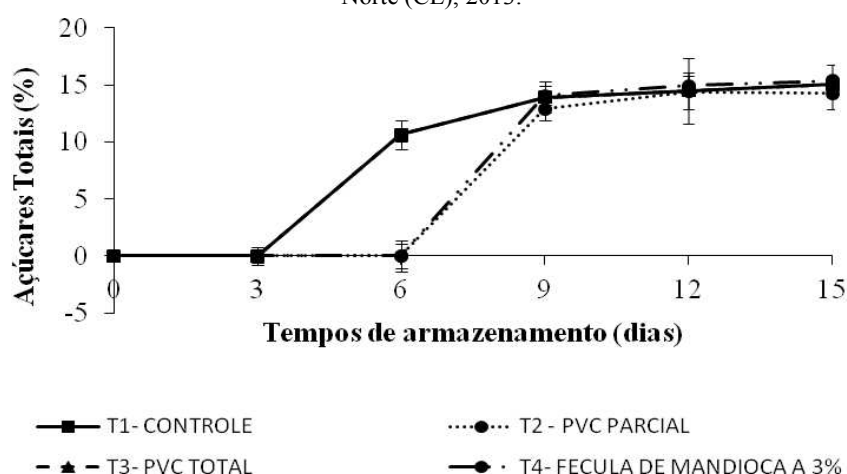
Neto e Silva (2005) estudando o efeito da atmosfera modificada pelo uso de filme flexível em pinhas armazenadas a 13°C verificaram decréscimo nos teores de amido de forma gradativa ao mesmo tempo em que o teor de sólidos solúveis elevou-se. Constataram ainda que os valores mínimos de amido foram atingidos aos 10 dias de armazenamento.

5.4.9 Açúcares totais

Verificou-se aumento nos teores de açúcares totais com o decorrer do armazenamento em todos os tratamentos (Figura 26). Observou-se que com o decorrer do

armazenamento os frutos demonstraram aumento no teor de açúcar totais apresentando médias finais de 15,03; 14,29; 15,03 e 15,35% para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. O aumento do teor de açúcares totais é decorrente da hidrólise do amido que fornece como produto de sua degradação açúcares solúveis como a glicose. O fornecimento destes açúcares influencia diretamente o teor de sólidos solúveis (Figura 23) da polpa dos frutos visto que estes em sua maioria são compostos principalmente por açúcares, além de outras substâncias dissolvidas no suco celular como ácidos orgânicos e vitaminas.

Figura 26- Teor de açúcares totais (%) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.

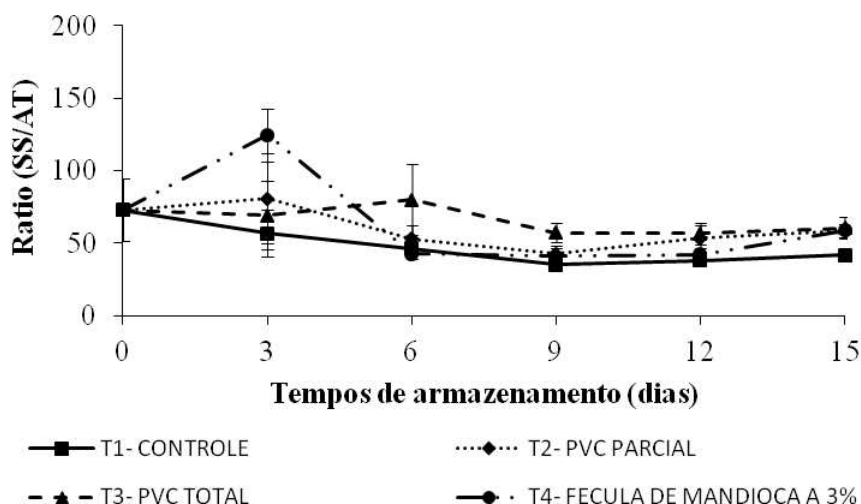


Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o aumento do teor de açúcares solúveis totais, pode ser causado devido à hidrólise do amido, desidratação dos frutos e degradação de polissacarídeos da parede celular.

5.4.10 Ratio

Observou-se durante o período de armazenamento redução da variável ratio para os todos os tratamentos (Figura 27). Porém os frutos revestidos totalmente em filme de PVC apresentaram maior valor de ratio sendo de 60,53 enquanto que a menor média final foi verificada nos frutos controle com ratio de 41,67. Frutos revestidos com biofilme de fécula de mandioca a 3% e parcialmente revestidos em filme de PVC demonstraram valor médio de 58,77. Verificou-se maiores valores de ratio no 3º e 6º dias de armazenamento nos frutos controle e revestidos com biofilme de fécula de mandioca a 3% com posterior redução ao final do armazenamento para todos os tratamentos.

Figura 27- Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



A relação sólidos solúveis/acidez titulável é um índice representativo da medição isolada dos açúcares ou da acidez, pois expressa a proporção açúcar/ácido, que resulta no sabor apresentado pelo fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O ratio ou relação sólidos solúveis e acidez (SS/AT) demonstra tendência ao aumento durante o amadurecimento, devido ao aumento no teor de sólidos solúveis e a diminuição na quantidade de ácidos orgânicos. Dessa forma, tanto fatores ambientais e fisiológicos que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão interferindo a relação SS/AT e consequentemente no sabor do fruto (HOJO et al., 2007).

Sacramento et al. (2003) caracterizando três variedades de graviola ‘Morada’, ‘Lisa’ e ‘Comum’ observaram valores médios de ratio de 13,68, 15,48 e 13,37, respectivamente.

Em estudo das características de atemoia e pinha, Batista (2010) encontrou valor de ratio em frutos de atemoia ‘Gefner’ de 53,44 e 90,48 respectivamente, semelhante à média encontrada por Mello et al. (2002), que obteve 48,7 analisando cherimoia. Moura et al. (2000) caracterizando pinhas encontraram valor de 80,14 próximo ao verificado por Batista (2010).

Araújo Neto et al. (2011) verificando o ponto de colheita de frutos de envira-caju obteve valores de ratio de 64,17.

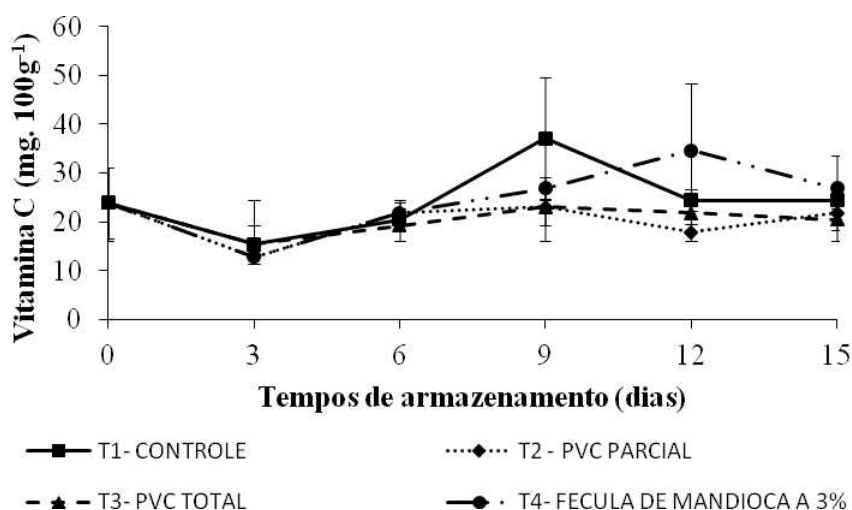
Caracterizando frutos de atemoia ‘Gefner’ Aguiar (2010) observou que à medida que avança o estágio de maturação o conteúdo de sólidos solúveis e o ratio aumentam em atemoia. Os três estágios diferenciaram entre si. Aos 128 dias os frutos alcançaram o maior

valor de ratio (55,00) em comparação com 25,00 e 32,06 para os estádios de 90 e 120 dias, respectivamente. Ainda no último estágio de maturação os frutos alcançaram os maiores valores de sólidos solúveis sendo de 32,33 °Brix. Durante a caracterização dos frutos para os três estádios verificou-se aumento do valor do ratio de 25,00 para 55,00.

5.4.11 Vitamina C

Observou-se durante o armazenamento que o teor de vitamina C dos frutos de atemoia ‘Gefner’ variou em todos os tratamentos (Figura 28). Os frutos controle e revestidos com biofilme de fécula de mandioca a 3% apresentaram nos 9º e 12º dias de armazenamento diferença e variações em relação aos frutos revestidos parcial e totalmente em filme de PVC.

Figura 28 – Teor de vitamina C (mg. de ácido ascórbico. 100g^{-1}) em frutos de atemoia ‘Gefner’ submetidos a diferentes tipos de recobrimentos e armazenados a $15 \pm 4^\circ\text{C}$ e $85 \pm 4\%$ de Umidade Relativa durante 15 dias. IFCE, Limoeiro do Norte (CE), 2013.



Os frutos revestidos parcial e totalmente com filme de PVC apresentaram valores médios finais inferiores (21,79 e 20,50 mg de ácido ascórbico) aos frutos envoltos em fécula de mandioca a 3% e os frutos controle que obtiveram valores médios de 24,35 e 26,91 mg de ácido ascórbico, respectivamente. A presença do filme plástico pode possivelmente ter ocasionado alteração na síntese dessa vitamina por minimizando o processo de respiração e consequentemente a síntese dessa vitamina.

Conforme Klein (1987) a diminuição do teor médio de vitamina C está relacionada ao avanço do processo de amadurecimento e por isso, essa vitamina pode ser um indicador da qualidade de frutos.

O aumento no teor de vitamina C deve-se às reações de oxidações que ocorrem no fruto visto que esta vitamina possui caráter antioxidante retardando os processos oxidativos que ocorrem nos frutos durante o processo de amadurecimento (KLEIN, 1987).

6 CONCLUSÃO

A utilização do recobrimento parcial ou totalmente com PVC retardou a perda de massa nos frutos e aumentou os teores de acidez titulável além de ter contribuído para melhor aparência externa.

O uso do recobrimento com fécula de mandioca a 3% não reduziu a perda de massa, ocasionou a perda de qualidade externa e atrasou as mudanças de coloração da casca juntamente com os outros recobrimentos.

O recobrimento com fécula de mandioca a 3% foi eficiente em atrasar o início das rachaduras dos frutos.

A utilização dos recobrimentos proporcionou aos frutos uma vida útil pós-colheita de 9 dias.

Ao final do armazenamento todos os frutos apresentaram-se rachados.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. L. L. **Caracterização de frutos de atemoieira em três estádios de maturação cultivados na Chapada do Apodi, Ceará**. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso TCC. (Monografia). Curso de Tecnologia de Alimentos. IFCE Campus Sobral. 2010.
- ALI, Z. M.; CHIN, L. H.; LAZAN, H. A. Comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, v.167, p. 317- 327, 2004.
- AMARIZ, A.; LIMA, M.A.C.; TRINDADE, D.C.G.; SANTOS, A.C.N.; RIBEIRO, T.P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2.199-2.205, 2010.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FARIAS, J. F.; ÁLVARES, V. G.; FERRAZ, P. A.; FURTADO, D. T.; SOUZA, M. L. Identificação do ponto de colheita de frutos de envira-caju. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p.730-736, set. 2011.
- BARBOSA, M. C. F.; SOUZA, P.A.; COELHO, E. L.; SILVA, M.S.; SOUSA, D. V.; FREITAS, R.V.S.; FERREIRA, E. O. Avaliação do índice de rachadura em atemoia Gefner armazenada a temperatura ambiente. 2011.
- BATISTA, Patrício Ferreira. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no submédio do vale do são Francisco**. Dissertação em Agronomia (Fitotecnia). 162f. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, Ceará, Brasil, 2010.
- BEERH, O. P.; GIRIDHAR. N.; RAGHURAMAIAH, B. Custard apple (*Annona squamosa* L.) Part I - Physico-morphological characters and chemical composition. **Indian Food Packer**, v.3, p.37, 1983.
- BOURTOMM, T. **Edible films and coatings: characteristics and properties**. Int Food Res J v. 15, n.3, p. 1–12, 2008.
- BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemoia**. São Paulo: Nobel, 1999, 184 p.
- BRAZ, L. C. **Determinação do ponto de colheita de frutos de pinheira em condições irrigadas no Norte de Minas Gerais**. 2004. 41p. Monografia (Graduação em Agronomia), UNIMONTES, Janaúba, MG, 2004.
- CAUTÍN, R.; AGUSTÍ, M. Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill). **Scientiae Horticulturae**, 491- 497p. 2005.
- CARMO, Silvia Antonialli. **Conservação pós-colheita de pimentão 'Zarco HS'**. Tese (Doutorado) Universidade e Estadual de Campinas. Faculdade Engenharia Agrícola. Campinas-SP, 2004, 127p.

CARVALHO, R. I. N. Fisiologia pós-colheita de espécies frutíferas. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, Coleção Agrárias, 2002, 424 p.

CORDEIRO, M. C. R.; PINTO, A. C. de Q.; RAMOS, V. H. V.; FALEIRO, F. G.; FRAGA, L. M. S. RAPD markers utilization and other parameters in the determination of mango hybrids genitors. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v.28, n.2, p.164-167, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós- colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. , Larvas: UFLA, 2005, 785p.

CRUZ, L. S. **Caracterização física e química da casca, polpa e semente de atemóia Gefner**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica). Universidade Federal de Lavras- Minas Gerais, Brasil. 2011.

DUSSÁN-SARRIA, S. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*Ficus carica* L.) 'Roxo de Valinhos' e seus efeitos na qualidade da fruta**. 2003. 150 p. Tese (Doutorado) FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP, 2003.

FARIAS, J. F.; NETO, S. E. A.; ÁLVARES, V. S.; FERRAZ, P. A.; FURTADO, D. T.; SOUZA, M. L. Maturação e determinação do ponto de colheita de Envira-caju. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 33, n.3, p. 733-736 setembro, 2011.

FERNANDES, T. N.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; RENO, M. J. Relação entre o comportamento reológico e a dinâmica do congelamento e descongelamento de polpa de morango adicionada de sacarose e pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, CAMPINAS, São Paulo, 2010.

GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J.; BROWN, B. I. The custard apple. **Queensland Agricultural Journal**, v. 113, pg. 287-297, 1987.

GUEDES, Pedro de Almeida. **Utilização de biofilme de fécula de mandioca na conservação pós- colheita de manga cv. Rosa**. 69 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB. Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, 2007.

GOÑI, O.; MUNOZ, M.; RUIZ- CABELLO, J.; ESCRIBANO, M. J.; MERODIO, C. Changes in water status of cherimoya fruit during ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 147-150, 2007.

HOJO, E. T. D. ; CARDOS, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. B.; ALVARENGA, M. A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e pvc na conservação pós-colheita de pimentão. **Revista Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 31, n. 1, p. 184-190, jan./fev., 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. v. 1, 371 p.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. C. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1 metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

JERÔNIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas ‘Palmer’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; BANKS, N. H.; HARKER, F.R.; HERTOOG, M. L. A. T. M. Physical change in apple texture with fruit temperature: effects of cultivar and time in storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.23, p.13-21, 2001.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland: University of California (Publication, 3311), 1992, p. 15-20.

KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v. 10, n. 3, p. 179-193, 1987.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Emopi,2002, p. 214.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.

LEMO, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. Vitória da Conquista- Bahia, 2006.

LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Physiology Plantarum**, Rockville, v. 101, p. 727-739, 1997.

LIMA, M. A. C. de.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ENÉAS FILHO, J. Alterações durante a maturação pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) submetida à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 45, p. 1-5, 2002.

LIMA, M. A. C. de.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ENÉAS FILHO, J. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) Morada sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.25, p.49-52, 2003.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; Uso de Cera e 1-Metilciclopropeno na Conservação Refrigerada de Graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 3, p. 433-437, 2006.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COCOZZA, F. D. M. Conservação de melões Gália ‘Solar King’ tratados com 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 121 – 126, 2004.

LOPES, B. F. GALON, C. Z.; SILVA, D. M.; FIGUEIREDO, S. G. Atividade da enzima poligalacturonase durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden e Gran Golden. In: MARTINS, D. dos S. **Papaya Brasil: Mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005, p. 575-578.

MACHADO, Antônio Vitor. Estudo da secagem do pedúnculo do caju em sistemas convencional e solar; modelagem e simulação do processo. 143fs. Tese (Doutorado). Área Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, dez./2009.

MARCELLINI, P. S.; CORDEIRO, C. E.; FARAONI, A. S.; BATISTA, R. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. Comparação físico-química e sensorial da atemoia com a pinha e a graviola: produção e comercialização no estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; RIBEIRO, D. E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 1, p. 263-266, 2002.

MEDEIROS, P. V. Q. MENDONÇA, V.; MARACAJÁ, P. B.; AROUCHA, E. M. M.; PEREIRA, R. G. Physical chemical characterization of atemoia fruit in different maturation stages. **Revista Caatinga**, Mossoró- RN, v. 22, n. 2, p. 87-90, 2009.

MELLO, N. T. C. de; NOGUEIRA, E. A.; MAIA, M. L. Atemoia: a fruta que vem conquistando os consumidores brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa, 2002. CD-ROM.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**. Washington, v. 31, n. 1, p. 426-428, 1959.

MOURA, C. F. H.; FILGUEIRA, H. A. C.; ALVES, R. E. **Pinha** (*Annona squamosa* L.). In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. Jaboticabal: UNESP/SBF, 2000.

MOSCA, J. L.; LIMA, G. P. P. Atividade respiratória de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. 'Gefner', durante o amadurecimento. In: INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 2003, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: ISTH, 2003. p. 109-110.

MOSCA, J. L.; CAVALCANTE, C. E. B.; DANTAS, T. M. Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos da maturação. EMBRAPA. Fortaleza-CE, 27 p. 2006.

MORTON, J. Atemoya. In: Fruits of warm climates. Miami, 1987. p.72-75. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/atemoya.html>. Acesso em: 25/06/2013.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**. Washington, v. 31, n. 1, p. 426-428, 1959.

NEVES, C. S. V. J.; YUHARA, E. N. Caracterização dos frutos de cultivares de atemóia produzidos no norte do Paraná. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, Paraná, v. 24, n. 2, p. 311-314, jul./dez. 2003.

NEVES, L. C.; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X.; PRILL, M. A. de S.; ROBERTO, S. R.; VIEITES, R. L. Qualidade pós-colheita de mangas, não refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 30, n. 1, p. 94-100, 2008.

NETO, O. C.; SILVA, S. M. Armazenamento refrigerado de pinha (*Annona squamosa* L.) associado à atmosfera modificada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBPCFT, p.96-109, 2005.

PAULL, R. E. Postharvest variation in composition of soursop (*A. muricata* L.) fruit in relation to respiration and ethylene production. **Journal American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 107, n. 4, p. 582-585, 1982.

PALMA, T.; AGUILERA, J. M.; STANLEY, D. W. A. Review of postharvest events in cherimoya. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 2, n. 3, p. 187-208, 1993.

PARIZ, K. L. **Avaliação da qualidade microbiológica de polpa de fruta**. Trabalho de Conclusão de Curso- TCC. IFCE- Bento Gonçalves, RS, 2011.

PEREIRA, G. M.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D.; BROMMOSCHENKEL, S. H. Influência do tratamento com etileno sobre o teor de sólidos solúveis e a cor de pimentas. **Bragantia**. Campinas, SP, v. 67, p. 1031- 1036, 2008.

PINTO, L. K. de A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D. de A.; ALMEIDA, R. F. de; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. de F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 26, n.4, p. 744-748, 2006.

PRILL, M. A. de S.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J. de; SILVA, S.; CHAGAS, E. A.; ARAÚJO, W. F. de. Aplicações de tecnologias pós- colheita para bananas Prata- anã produzidas em Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande- PB, v. 16, n. 11, p. 1237-1242, 2012.

SÃO JOSÉ, A. R. **Anonáceas. Produção e Mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimóia)**. Vitória da Conquista- BA: DFZ/UEB, 1997. 310 p.

SACRAMENTO, C. K.; FARIA, J. C.; CRUZ, F. L.; BARRETTO, W. S.; GASPAR, J. W.; LEITE, J. B. V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 25, n. 2, p. 329-331, 2003.

SALES, A. N. de; BOTREL, N.; COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana ‘Prata-Anã’ e seu efeito sobre as substâncias pécticas e enzimas pectinolíticas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 479-487, 2004.

SANTOS, Izabella Rodrigues Chaves dos. **Escurecimento enzimático em frutos: polifenoloxidasas de atemoia (*A. cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.).** 120f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara-FCAR/UNESP. Araraquara, SP, 2009.

SANTIAGO, A. S.; FLORIANO, C. M.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELOS, M. A. S.; VITAL, H. C. Avaliação pós-colheita de frutos de pinha (*Annona squamosa*) submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita. **Agronomia**, Belo Horizonte, v. 40, n. 1-2, p. 21- 26, 2006.

SARANTOPÓULOS, C. I. G. L. Embalagens para vegetais minimamente processados- Fresh cut. In: **Seminário sobre hortaliças minimamente processadas**, 1999. Piracicaba: SP. ESALQ-USP, 6p. Apostila.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 152-187.

SLVA, R. P.; BARROSO, A. P. S.; SANTOS, A. C. B.; AZEVEDO, L. C.; MACEDO, A. N. Caracterização físico-química de polpa de atemoia Gefner cultivada no vale do São Francisco. CEFET, Petrolina, PE. 2002.

SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. M.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemoia. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, 2ª edição, 300-304 p., abr./jun. 2009.

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N. Qualidade de atemoia colhida em dois estádios de maturação. **Revista Caatinga**, Mossoró- RN. v. 24, n.4, p. 9-13, 2011.

SILVA, Mayara Salgado da. **Revestimento comestível a base de goma do cajueiro e de carboximetilcelulose adicionada de trans-cinamaldeído na qualidade de mamões minimamente processados**. 80 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Fortaleza, 2013.

SIQUEIRA, C. L. **Conservação Pós-colheita de Genótipos de bananeira resistente a sigatoka negra por atmosfera modificada**, 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi árido)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2008.

SOUZA, P. A.; SILVA, G. G.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; ARROUCHA, E. M. M.; MENEZES, J. B. Vida útil pós- colheita de Bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v.31, n. 4, 1190-1195, dez. 2009.

SOBRINHO, R. B. Potencial de exploração de anonáceas no nordeste do Brasil. Embrapa Agroindústria Tropical. 27p. set. 2010.

SCALON, S. P. Q.; OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M. Conservação Pós- colheita de Guavira (*Camponamesia adamantium* camb.) sob diferentes revestimentos e temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 34, n. 4, p. 1022-1029, dez. 2012.

STROENCKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas**. Metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428p.

TRINDADE, D. C. G.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, P. de SÁ.; AZEVEDO, S. S. N.; SILVA, A. L. Mudanças físicas durante o crescimento, desenvolvimento e maturação de atemoia cv. African Pride. **I Simpósio Brasileiro de Pós- colheita de Frutos Tropicais**. João Pessoa-PB, 29/11 a 02/12/2005.

TORRES, L. M. A. R. **Conservação Pós- colheita de atemoia cv. Thompson**. 2008. Tese (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Araraquara, São Paulo, Brasil, 146 p., 2008.

TOKUNAGA, T. **A cultura da atemoia**. Campinas, SP: CATI (Boletim técnico 233), 2000, 80p.

THUCKER, G. A. Introduction. In: Seymour, G. B. Taylor, J. E.; Thucker, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London. Champmal e Hall, 1993, Cap. 1, p. 2-51, 464p.

Avaliação do índice de rachadura em atemoia Gefner armazenada a temperatura ambiente.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiabas Pedro Sato armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

WILLS, R. B. H.; POI, A.; Greenfield, H. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effects of storage temperature on ripening. **Horticulture Science**, v. 19, n. 1, p. 96-97, 1984.

WORRELL, D. B.; CARRINGTON, C. M. S.; HUBER, D. J. Growth, maturation and ripening of soursop. (*Annona muricata* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 57, p. 7-15, 1994.

YAMASHITA, F. MIGLIORANZA, L. H. S.; MIRANDA, L. A.; SOUZA, C. M. A. Effects of Packaging and Temperature on postharvest of Atemoya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 24, n. 3, p. 658-660, 2002.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, v. 42, n. 9, p. 70-74, 1988.

ANEXOS

Tabela 1. Média e desvio padrão das análises físicas e físico-químicas de frutos de atemoia ‘Gefner’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada durante 15 dias.

Características avaliadas	*Média/Desvio padrão						
	Tratamento 1- Frutos controle						
	Tempos de armazenamento (dias)						
	0	3	6	9	12	15	
Perda de massa fresca (%)	*0/0	1/0,1	3/0,24	4/0,22	6/0,21	7/0,24	
Aparência externa (1-5)	5/0	5/0	4/0	3,43/0,5	2,9/0,85	2,6/0	
Firmeza (N)	129,05/0	124,99/4,36	37,16/26,21	6,46/0,89	6,27/0,21	5,29/0,51	
Cor							
Hue (h)	101,78/39,42	101,64/0,99	94,06/14,20	98,65/0,91	93,96/4,77	89/2,59	
Luminosidade (L)	54,06/1,77	50,71/4,88	52,38/0,8	54,30/1,86	48,94/2,34	43,77/2,75	
Cromaticidade (C)	101,78/41,30	101,64/0,99	94,06/14,20	97,99/1,68	89/2,59	90,11/5,06	
Acidez titulável (mg. 100g ⁻¹)	0,05/0,02	0,23/0,14	0,26/0,07	0,43/0,03	0,42/0,04	0,39/0,02	
pH	6,45/0,05	6,14/0,12	5,06/0,16	4,66/0,05	4,77/0,36	4,74/0,03	
Sólidos solúveis (°Brix)	3,75/0,47	5,16/0,29	11,61/1,27	15,30/0,47	16,08/0,46	16,72/0,29	
Amido (%)	23,82/1,76	18,39/2,06	10,75/4,37	3,34/0,32	1,35/0,38	1,43/0,44	
Açúcares totais (%)	2,26/0,22	0/0,25	10,62/1,30	13,93/0,19	14,47/2,92	15,03/0,79	
Ratio (SS/AT)	72,92/21,69	56,66/16,24	46,26/5,27	35,25/2,82	38,04/2,82	41,67/1,74	
Vitamina C (mg. 100g ⁻¹)	23,92/7,88	15,37/3,85	20,50/2,21	37,13/12,36	24,35/2,22	24,35/2,22	
Índice de rachadura (%)	0	1	3	4	4	9	

Frutos controle (T1). IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

Tabela 2. Média e desvio padrão das análises físicas e físico-químicas de frutos de atemoia ‘Gefnier’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada durante 15 dias. Frutos embalados com PVC em tempo parcial (T2). IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

Características avaliadas	*Média/Desvio padrão						
	Tratamento 2- PVC em tempo parcial						
	Tempos de armazenamento (dias)						
	0	3	6	9	12	15	
Perda de massa fresca (%)	*0/0	0,46/0,42	1/0,56	1/0,39	1,67/1,71	2/2,08	
Aparência externa (1-5)	5/0	5/0	4/0	4,33/0,35	3,8/0,17	3/0,7	
Firmeza (N)	129,05/0	125,20/5,83	48,36/7,88	17,72/4,06	6,27/0,21	9,45/1,24	
Cor							
Hue (h)	101,78/39,42	101,47/0,79	101,46/1,29	98,31/2,23	94,85/2,54	88,92/2,04	
Luminosidade (L)	54,06/1,77	55,51/0,89	52,36/1,91	54,75/1,12	49,57/1,99	48,04/0,59	
Cromaticidade (C)	101,78/41,30	101,47/0,79	101,46/1,20	98,31/2,23	94,85/2,54	88,92/2,04	
Acidez titulável (mg. 100g ⁻¹)	0,05/0,02	0,07/0,03	0,2/0,02	0,34/0,04	0,3/0,06	0,26/0,03	
pH	6,45/0,05	6,45/0,15	5,37/0,15	4,53/0,06	4,58/0,49	4,70/0,41	
Sólidos solúveis (°Brix)	3,75/0,47	5,47/0,5	10,55/1,71	14,33/0,38	16/0,64	15,89/0,13	
Amido (%)	23,82/1,76	21,42/2,37	11,03/2,81	4,07/1,19	4,51/0,83	3,37/0,81	
Açúcares totais (%)	2,26/0,22	0/0,38	0/1,34	12,90/1,01	14,40/0,17	14,29/1,41	
Ratio (SS/AT)	72,92/21,69	69,29/23,75	80,01/24,56	57,18/6,61	56,64/7,25	60,537,79	
Vitamina C (mg. 100g ⁻¹)	23,92/7,88	12,81/2,22	21,78/2,23	23,05/3,85	17,94/2,22	21,79/2,22	
Índice de rachadura (%)	0	0	7	7	7	8	

Tabela 3. Média e desvio padrão das análises físicas e físico-químicas de frutos de atemoia ‘Gefnier’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada durante 15 dias. Frutos embalados com PVC em tempo total (T3). IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

Características avaliadas	*Média/Desvio padrão						
	Tratamento 3- PVC em tempo total						
	Tempos de armazenamento (dias)						
	0	3	6	9	12	15	
Perda de massa fresca (%)	*0/0	0,26/0,02	0,6/0,02	1/0,03	1,67/1,71	2/2,08	
Aparência externa (1-5)	5/0	5/0	4/0	4,3/0	3,5/0,23	3/0,58	
Firmeza (N)	129/0	112,14/9,25	51,87/22,4	17,62/5,75	15,53/8,78	13,30/5,08	
Cor							
Hue (h)	101,78/39,42	102,13/1,09	100,70/0,12	98,40/0,93	94,44/2,41	89,71/2,98	
Luminosidade (L)	54,06/1,77	50,71/4,88	52,38/0,8	54,30/1,86	48,94/2,34	43,77/2,75	
Cromaticidade (C)	101,78/41,30	48,94/2,34	54,55/0,33	55,97/1,40	55,66/1,01	49,51/1,29	
Acidez titulável (mg. 100g ⁻¹)	0,05/0,02	0,07/0,02	0,14/0,06	0,14/0,04	0,28/0,03	0,23/0,03	
pH	6,45/0,05	6,42/0,27	5,67/0,46	5,03/0,16	4,95/0,19	5,02/0,33	
Sólidos solúveis (°Brix)	3,75/0,47	4,91/0,3	11,35/1,86	14,33/0,38	16,17/0,87	16,72/0,29	
Amido (%)	23,82/1,76	20,68/1,98	12,46/2,37	6,26/0,46	4,71/0,67	4,94/0,91	
Açúcares totais (%)	2,26/0,22	6,17/0,81	11,59/0,6	14,37/1,41	18,51/1,59	18,77/0,12	
Ratio (SS/AT)	72,92/21,69	124,44/18,48	42,45/0,96	40,98/5,77	42,08/4,07	58,87/4,57	
Vitamina C (mg. 100g ⁻¹)	23,92/7,88	15,38/0	19,23/0	23,05/3,85	21,79/2,22	20,50/2,22	
Índice de rachadura (%)	0	0	3	6	7	8	

Tabela 4. Média e desvio padrão das análises físicas e físico-químicas de frutos de atemoia ‘Gefner’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada durante 15 dias. Frutos recobertos com biofilme de fécula de mandioca a 3% (T4). IFCE, Limoeiro do Norte-CE, 2013.

Características avaliadas	*Média/Desvio padrão						
	Tratamento 4- Frutos imersos em biofilme de fécula de mandioca a 3%						
	Tempos de armazenamento (dias)						
	0	3	6	9	12	15	
Perda de massa fresca (%)	*0/0	1/3,91	4/1,38	5/3,79	1/0,05	2/0,04	
Aparência externa (1-5)	5/0	5/0	4/0	4,33/0,35	3,8/0,17	3/0,7	
Firmeza (N)	129,05/0	103,93/20,22	55,50/28,99	6,71/0,44	6,51/0,27	5,30/0,54	
Cor							
Hue (h)	101,78/39,42	101,86/0,34	100,62/0,27	100,19/0,52	90,23/5,5	89,71/2,98	
Luminosidade (L)	54,06/1,77	54,43/1,11	54,27/1,01	56,09/0,67	49,67/2,19	50,09/0,9	
Cromaticidade (C)	101,78/41,30	101,64/0,99	94,06/14,20	97,99/1,68	89/2,59	90,11/5,06	
Acidez titulável (mg. 100g ⁻¹)	0,05/0,02	0,04/0,01	0,23/0,03	0,38/0,03	0,39/0,04	0,38/0,02	
pH	6,45/0,05	6,23/0,12	5,29/0,09	4,69/0,03	4,69/0,07	4,7/0,05	
Sólidos solúveis (°Brix)	3,75/0,47	5,44/0,16	10,80/0,39	15,63/1,17	16,58/0,87	17,05/1,41	
Amido (%)	23,82/1,76	18,54/0,31	8,03/0,13	4,81/0,06	5/0,05	2,94/0,7	
Açúcares totais (%)	2,26/0,22	0/0,57	0/1,05	14,07/0,83	14,92/0,9	15,35/1,39	
Ratio (SS/AT)	72,92/21,69	56,66/16,24	46,26/5,27	35,25/2,82	38,04/2,82	41,67/1,74	
Vitamina C (mg. 100g ⁻¹)	23,92/7,88	12,08/0	21,78/2,22	26,90/2,22	34,60/13,86	26,91/6,66	
Índice de rachadura (%)	0	0	3	4	4	9	