



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

ANA VERÔNICA MENEZES DE AGUIAR

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE DO MARACUJAZEIRO AMARELO
PRODUZIDO NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN**

MOSSORÓ – RN

2018

ANA VERÔNICA MENEZES DE AGUIAR

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO E POLPA DO MARACUJAZEIRO
AMARELO ENXERTADO PRODUZIDO NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia Pós-Colheita.

Orientador: Patrícia Lígia Dantas de Moraes

Co-orientador: Elizangela Cabral dos Santos

MOSSORÓ – RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A282c Aguiar, Ana Verônica Menezes de.
Conservação e qualidade do fruto e polpa do maracujazeiro amarelo enxertado produzido na região de Mossoró, RN / Ana Verônica Menezes de Aguiar. - 2018.
108 f. : il.

Orientadora: Patrícia Lígia Dantas de Moraes.
Coorientadora: Elizangela Cabral dos Santos.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Passiflora edulis Sims. 2. pós-colheita. 3. atmosfera modificada. 4. processamento mínimo. I. Moraes, Patrícia Lígia Dantas de, orient. II. Santos, Elizangela Cabral dos, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANA VERÔNICA MENEZES DE AGUIAR

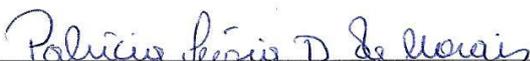
**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE DO FRUTO E POLPA DO MARACUJAZEIRO
AMARELO ENXERTADO PRODUZIDO NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

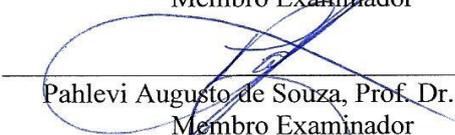
Linha de Pesquisa: Tecnologia Pós-Colheita.

Defendida em: 26/01/2018

BANCA EXAMINADORA

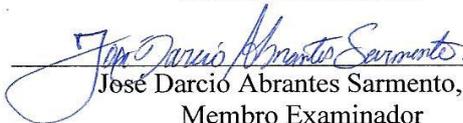

Patrícia Lígia Dantas de Moraes, Prof.^a. Dr.^a. (UFERSA)
Presidente


Elizângela Cabral dos Santos, Prof.^a. Dr.^a. (UFERSA)
Membro Examinador


Pahlevi Augusto de Souza, Prof. Dr. (IFCE)
Membro Examinador


Vander Mendonça, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador


Welder de Araújo Rangel Lopes, Dr. (UFERSA)
Membro Examinador


José Darcio Abrantes Sarmiento, Dr.
Membro Examinador

Aos meus pais José e Eliane e ao meu
esposo Roseano Medeiros pelo
companheirismo e amor.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e força para enfrentar cada dia;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela formação acadêmica e pela oportunidade de concluir o curso de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

À Pós-Graduação em Fitotecnia e a todos aqueles que compõem o corpo docente pelos ensinamentos transmitidos;

A Professora Patrícia Lígia Dantas de Moraes por ter me orientado e pelas grandes contribuições no enriquecimento deste trabalho;

A Professora Elizangela Cabral dos Santos pela orientação, paciência, conversas e amizade;

Aos membros da banca examinadora Pahlevi Augusto de Souza, Welder De Araújo Rangel Lopes, José Darcio Abrantes Sarmiento e Vander Mendonça pelas valiosas contribuições e correções para o enriquecimento deste trabalho.

Ao laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças (CPVSA), especialmente as laboratoristas Lidiane Martins e Christiane Noronha e ao bolsista Alexandre Macedo, pela ajuda, paciência, conversas e amizade.

Ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita de Frutos (UFERSA), especialmente à laboratorista Naama Melo.

A Fazenda Mata Fresca Ltda. pela doação dos frutos.

Ao meu esposo Roseano Medeiros, que desde 2008 caminhamos juntos pelos caminhos que a agronomia nos leva. Pela sua paciência, amor, amizade e contribuições na minha vida pessoal e profissional;

Aos meus pais José Medeiros e Eliane Menezes pelo amor, carinho e sempre me incentivarem a estudar;

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelo convívio e pela amizade conquistada ao longo do curso, especialmente a Isis Fernanda Silva Medeiros pelos momentos de descontração, pelas longas conversas e amizade.

Ao IFCE Campus Morada Nova, aos colegas de trabalho e amigos que conquistei, especialmente Sherley Freire e Alan Cardoso. Agradeço pelos momentos de companheirismo, muitas conversas e risadas. Aos meus alunos do curso em Técnico em Segurança do Trabalho, especialmente a “Turma Sorte Ou Mérito” que foram

compreensivos com minhas ausências e muito amigos. Cada um de vocês foi de extrema importância para meu crescimento pessoal e profissional.

Enfim, a todos os familiares, amigos e colegas que direta ou indiretamente contribuíram por mais uma etapa concluída.

Muito obrigada!

*Tenha coragem, e segue lutando a muito por
amar, e Deus não pensa em deixar-te!
Se andam falando que a história acabou, a
verdade é outra, apenas está começando!*
(Padre Fábio de Mello)

RESUMO GERAL

O maracujá amarelo é um dos frutos mais produzidos e o terceiro suco mais consumido no Brasil. No entanto, a sua conservação e armazenamento ainda é alvo de estudos, por se tratar de um fruto que perde água facilmente, depreciando a sua aparência e sendo rejeitado pelo mercado do consumo *in natura*. O mercado do processamento mínimo de frutas e hortaliças se mostra promissor e o maracujá amarelo minimamente processado tem ganhado as prateleiras pois chama a atenção do consumidor pela praticidade e por poder avaliar a qualidade/aparência da polpa no momento da compra, porém é um produto de maior perecibilidade. Neste sentido o objetivo desta pesquisa foi caracterizar frutos de maracujazeiro amarelo em dois estádios de maturação produzidos na região de Mossoró – RN, avaliar o seu potencial de conservação e qualidade em atmosfera modificada em condição de temperatura ambiente e refrigerado e a polpa minimamente processada submetida a refrigeração e congelamento. No primeiro experimento, foram caracterizados frutos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) enxertado, produzidos na região de Mossoró - RN, quanto aos aspectos físicos, físico-químicos e potencial antioxidante em dois estádios de maturação. Os frutos apresentaram massa, formato, rendimento de polpa e suco, espessura da casca, sólidos solúveis, acidez titulável e pH desejáveis para o consumo *in natura* como para a indústria em ambos estádios de maturação. O teor de vitamina C foi menor quando comparados aos encontrados na literatura para frutos não enxertados. O teor de β -caroteno foi maior em frutos no estádio de maturação III. No segundo experimento, foi avaliado o potencial de conservação de fruto do maracujazeiro amarelo enxertado, submetido a atmosfera modificada e armazenados em temperatura ambiente e refrigerado. Os efeitos da temperatura de armazenamento afetam apenas a aparência do fruto depreciando-a, não interferindo na qualidade da polpa de maracujá amarelo e o uso da atmosfera modificada reduz a perda de água dos frutos. E no terceiro experimento, foram avaliadas a conservação e qualidade físico-químicas da polpa de maracujá minimamente processada, colhida em dois estádios de maturação, e submetido ao armazenamento sob refrigeração e congelamento. As polpas minimamente processadas de maracujá amarelo enxertado armazenadas à $5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ mantiveram seu aspecto e qualidade dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira até os 14 e 56 dias de armazenamento, respectivamente.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, pós-colheita, atmosfera modificada, processamento mínimo.

ABSTRACT GENERAL

Yellow passion fruit is one of the most produced fruits and the third most consumed juice in Brazil. However, its conservation and storage are still the subject of studies, because it is a fruit that loses water easily, depreciating its appearance and being rejected by the market of consumption in natura. The market for the minimum processing of fruits and vegetables is promising and the minimally processed yellow passion fruit has gained shelves because it draws the attention of the consumer to the practicality and to be able to evaluate the quality/appearance of the pulp at the time of purchase, however it is a product of greater perishability. In this sense, the objective of this research was to characterize yellow passion fruit in two stages of maturation produced in the region of Mossoró - RN, to evaluate its conservation potential and quality in modified atmosphere under refrigerated ambient conditions and the minimally processed pulp submitted to cooling and freezing. In the first experiment, yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) grafted in the region of Mossoró - RN, were characterized in terms of physical, chemical - physical and antioxidant potential in two maturation stages. The fruits presented mass, shape, pulp and juice yield, peel thickness, soluble solids, titratable acidity and pH desirable for in natura consumption as for the industry at both maturation stages. The vitamin C content was lower when compared to those found in the literature for ungrafted fruits. The β -carotene content was higher in fruits at maturation stage III. In the second experiment, the conservation potential of grafted yellow passion fruit was evaluated, submitted to a modified atmosphere and stored at room temperature and refrigerated. The effects of storage temperature only affect fruit appearance by depreciating it, not interfering with the quality of the yellow passion fruit pulp, and the use of the modified atmosphere reduces fruit water loss. And in the third experiment, the physicochemical conservation and quality of the freshly processed passion fruit pulp, harvested at two maturation stages, and submitted to storage under refrigeration and freezing were evaluated. The minimally processed yellow passion fruit pulps stored at $5^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C and $-18^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C maintained their appearance and quality within the standards established by Brazilian legislation up to 14 and 56 days of storage, respectively.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, postharvest, modified atmosphere, minimal processing.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN

Figura 1 – Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no Diagrama CIELAB com a sequência das nuances de cores..... 33

CAPÍTULO II – CONSERVAÇÃO DO FRUTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO SUBMETIDO A ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

Figura 1 – Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no Diagrama CIELAB com a sequência das nuances de cores..... 62

Figura 2 – Perda de massa (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 65

Figura 3 – Perda de massa (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 66

Figura 4 – Enrugamento em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 67

Figura 5 – Aparência dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 68

Figura 6 – Enrugamento em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 69

Figura 7 – Aparência dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016..... 70

Figura 8 – Espessura da casca (mm) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR por 15 dias. Mossoró-RN, 2016..... 71

Figura 9	– Espessura da casca (mm) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	71
Figura 10	– Acidez titulável (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	73
Figura 11	– pH em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	75
Figura 12	– Açúcares Totais (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	76
Figura 13	– Açúcares Totais (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	76
Figura 14	– Vitamina C (mg 100 g ⁻¹) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	78
Figura 15	– Vitamina C (mg 100 g ⁻¹) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	78
Figura 16	– Índice de degradação patogênica em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	79
Figura 17	– Índice de degradação patogênica em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	80
Figura 18	– Cor - cromaticidade (C*) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	83
Figura 19	– Cor - cromaticidade (C*) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.....	83

CAPÍTULO III – CONSERVAÇÃO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE MARACUJÁ AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADA

Figura 1	– Etapas básicas do processamento mínimo de frutas.....	97
Figura 2	– Sólidos solúveis (%) em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.....	101
Figura 3	– pH em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.....	101
Figura 4	– Vitamina C em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação, e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.....	103
Figura 5	– Açúcares totais em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação, e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.....	103

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN

Tabela 1	– Caracterização física de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.....	37
Tabela 2	– Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.....	42
Tabela 3	– Compostos bioativos em maracujá amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.....	44

CAPÍTULO II – CONSERVAÇÃO DO FRUTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO SUBMETIDO A ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

Tabela 1	– Caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\% \text{UR}$ e $10 \pm 2^\circ \text{C}$ e $90 \pm 5\% \text{UR}$. Mossoró – RN, 2016.....	63
Tabela 2	– Cor – luminosidade (L^*) e ângulo hue ($^\circ\text{h}$) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ e $50\% \pm 5\% \text{UR}$. Mossoró – RN, 2016.....	81
Tabela 3	– Cor – luminosidade (L^*) e ângulo hue ($^\circ\text{h}$) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ e $50\% \pm 5\% \text{UR}$. Mossoró – RN, 2016.....	81
Tabela 4	– Cor – luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo hue ($^\circ\text{h}$) em polpa de frutos de maracujazeiros amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ e $90\% \pm 5\% \text{UR}$. Mossoró – RN, 2016.....	84
Tabela 5	– Cor – luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo hue ($^\circ\text{h}$) em polpa de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a	84

atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.....

CAPÍTULO III – CONSERVAÇÃO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE MARACUJÁ AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADA

Tabela 1 – Caracterização físico-química da polpa minimamente processada de
fruto de maracujazeiro amarelo enxertado, colhidos em dois estádios
de maturação e submetido a refrigeração ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $80\% \pm 5\%$).
Mossoró – RN, 2016..... 100

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Aspectos gerais do maracujazeiro amarelo.....	18
2.2	Maracujazeiro amarelo enxertado.....	19
2.3	Colheita do maracujazeiro amarelo.....	19
2.4	Conservação pós-colheita do maracujá amarelo.....	20
2.4.1	Temperatura de armazenamento.....	21
2.4.2	Atmosfera Modificada.....	21
	REFERÊNCIAS.....	23
	CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN.....	27
	RESUMO.....	28
	ABSTRACT.....	29
1.	INTRODUÇÃO.....	30
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIA.....	48
	CAPÍTULO II – CONSERVAÇÃO DO FRUTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO SUBMETIDO A ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO.....	55
	RESUMO.....	56
	ABSTRACT.....	57
1.	INTRODUÇÃO.....	58
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.	CONCLUSÕES.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87

CAPÍTULO III – CONSERVAÇÃO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE MARACUJÁ AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADA.....	91
RESUMO.....	92
ABSTRACT.....	93
1. INTRODUÇÃO.....	94
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	96
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4. CONCLUSÕES.....	105
REFERÊNCIAS.....	106

1. INTRODUÇÃO GERAL

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é um dos frutos mais produzidos no Brasil, sendo o País o maior produtor e consumidor mundial da fruta, tendo na safra 2015/2016 uma produção de 694.539 toneladas numa área estimada de 51.772 ha. Trata-se de um fruto muito cultivado e explorado em todo o território brasileiro, onde as principais regiões produtoras de maracujá são Nordeste e Sudeste, sendo a região Nordeste responsável por mais de 70% da produção Nacional, com destaque para os Estados da Bahia, Ceará e Sergipe (IBGE,2017).

No Rio Grande do Norte foram cultivados 579 ha, cuja área correspondeu a uma produção de 5.206 toneladas de maracujá. A produção no município de Mossoró-RN ainda é incipiente, com um total de 38 toneladas na safra de 2015/2016 (IBGE, 2017). Entretanto, a região apresenta potencial para o cultivo, conforme observado por Silva (2016) em estudo realizado no município com maracujazeiro amarelo enxertado, onde verificou plantas com boas características fenológicas, bom desempenho agrônômico e elevado vigor e precocidade no ciclo reprodutivo; ainda frutos com características físicas e físico-químicas desejáveis para o consumo *in natura*.

Nos últimos anos a produção nacional não foi suficiente para abastecer o consumo interno, havendo necessidade de importação de polpa de outros países para abastecer a indústria de sucos nacional (FERRAZ e LOT, 2007). O maracujá era utilizado tanto para a produção de suco, como para a comercialização de frutas frescas, onde 60% são destinadas ao consumo *in natura* e sendo o restante destinado às agroindústrias de processamento, sendo o suco o principal produto derivado (FERRAZ e LOT, 2007; MELETTI, 2011).

De forma geral, o aproveitamento das frutas depende de uma série de características de qualidade, de natureza física e química. Entre as características físicas, as mais importantes são tamanho, forma, cor e textura, que influem na conservação e no manuseio das frutas. Já as características químicas influem na composição, no valor nutricional, conservação e resistência das frutas (LIMA, 2010). O conhecimento das propriedades químicas e físicas é um fator altamente relevante, uma vez que eles são utilizados como referência para as aceitabilidades do produto no mercado nacional e internacional (CAMPOS, 2010).

Na fase pós-colheita, diversas e importantes alterações decorrentes de fatores de natureza física, fisiológica e patológica podem ocorrer, as quais interferem na conservação e nas características físicas, químicas e nutricionais das frutas. Para uma boa aceitação dos

consumidores, os frutos devem estar túrgidos, com a casca amarela, lisa ou pouco enrugada e sem manchas, além da ausência de danos decorrentes da presença de fungos ou ataque de insetos (FISCHER et al., 2007).

A manutenção da qualidade dos frutos depende de uma série de fatores, como estágio de maturação na colheita e condições de armazenamento (ROTILI et al. 2013a) A temperatura de armazenamento apresenta grande influência no metabolismo respiratório do fruto (DURIGAN et al., 2004) e na atividade microbiana (CHITARRA e CHITARRA, 2005), determinando diretamente a sua vida útil pós-colheita.

Para reduzir as alterações físicas e químicas nos frutos, Arruda et al. (2011), recomendam o uso de embalagens plásticas com modificação passiva ou ativa da atmosfera interna, na etapa de conservação pós-colheita, A modificação passiva da atmosfera no interior da embalagem ocorre pela presença da barreira artificial à difusão de gases e vapor d'água em torno do produto, que resulta em redução do nível de O₂ e aumento do nível de CO₂ devido ao metabolismo do órgão, além do aumento na pressão de vapor d'água (JERONIMO et al., 2007).

No processamento dos frutos para obtenção da polpa do maracujá amarelo diversas técnicas são empregadas, no entanto pouco se tem estudado sobre o processamento mínimo de sua polpa. Palharini et al (2012), afirmam que o processamento mínimo do maracujá é uma forma de tornar a fruta mais atrativa e competitiva, atingindo um nicho diferenciado do mercado consumidor. Além disso, o subproduto do processamento (cascas) pode ser utilizado para fabricação de farinha.

Neste sentido o objetivo desta pesquisa foi caracterizar frutos de maracujazeiro amarelo em dois estádios de maturação produzidos na região de Mossoró – RN, avaliar o seu potencial de conservação e qualidade em atmosfera modificada em condição de temperatura ambiente e refrigerado e a polpa minimamente processada submetida a refrigeração e congelamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais do maracujazeiro amarelo

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), caracteriza-se com uma trepadeira sublenhosa e de grande vigor vegetativo, de caule cilíndrico ou ligeiramente anguloso quando jovem, essencialmente glabra. As folhas são trilobadas, subcoriáceas, serreadas e lustrosas na face superior, com pecíolo de até 4 cm de comprimento. As flores são axilares e solitárias, hermafroditas brancas com franja rocha, com até 7 cm de diâmetro, filamento da corona com 4 ou 5 séries (TEIXIRA et al., 1994). O fruto é uma baga de forma oval, em geral com eixo horizontal menor que o vertical. A casca coriácea e quebradiça é coberta por uma fina camada de cera que protege o mesocarpo duro e escamoso (MARTINS, 1998). Do lado interno da casca que mede aproximadamente 6,35 a 9,52 mm de espessura encontram-se 100 a 150 sacos embrionários que contém o suco e as sementes (TSUBOI, 1990; MUÇOUÇA, 1997).

É a espécie mais cultivada por apresentar características agrônômicas desejáveis como maior produtividade, vigor e rendimento em sulco, menor sensibilidade a certas moléstias e sulco mais ácido o que permite ampliar seu espaço tanto no mercado de frutas frescas, como na indústria de suco (LEITE et al., 1994).

No Brasil o cultivo do maracujá expandiu-se muito rapidamente. Neves (2004) ressalta que a cultura tem grande importância socioeconômica no país porque o seu suco se destaca entre os principais produzidos a partir de frutas tropicais, atraindo constantemente novos investimentos inclusive de estrangeiros o que contribuiu para a internacionalização das principais indústrias de extração do país. No setor agrícola, se destaca devido as características físico-químicas e farmacoterapêuticas das frutas, alta produtividade e grande aceitação do suco no mercado nacional, além de boas perspectivas no mercado europeu e norte-americano (SOUZA et al., 2002).

Os frutos, em sua maioria, são vendidos para as feiras livres, supermercados e Centrais Estaduais de Abastecimento (CEASAS), pois é um segmento de mercado bastante atrativo para os produtores, devido os preços compensadores, mesmo havendo variações durante o ano. São classificados e embalados de acordo com os padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros, para mercado mais exigente. A classificação é feita separando-se os frutos por cor, tamanho, formato e qualidade (LIMA e CUNHA, 2004).

2.2 Maracujazeiro amarelo enxertado

Na passicultura, a propagação assexuada já é utilizada na manutenção de materiais de plantio com boas características agronômicas e vem favorecendo a multiplicação de plantas produtivas e tolerantes a pragas e doenças (MELETTI, 2000). A enxertia no maracujazeiro amarelo é uma técnica recomendada por vários autores (CHAVES et al., 2004; LIMA e CUNHA, 2004; NOGUEIRA FILHO et al., 2005; SILVA et al., 2011).

Enxertia é o processo que une duas plantas, uma contribuindo com o sistema radicular, sendo denominada cavalo ou portaenxerto, e outra contribui com a parte aérea e conseqüentemente com a frutificação, denominada cavaleiro ou enxerto (LIMA e CUNHA, 2004). Tem como vantagens: obtenção de plantas filhas iguais as planta-mãe, controle de nematoides, resistência à seca, resistência a *Phytophthora*, resistência à morte prematura das plantas, melhoria na qualidade dos frutos e aumento da longevidade da cultura (MENEZES et al. 1994; RUGGIERO e OLIVEIRA, 1998).

Em relação aos efeitos dos porta-enxertos sobre as características físicas e químicas em frutos de maracujazeiro, as informações na literatura são escassas. Segundo Nogueira Filho et al. (2010) não observaram diferenças entre as massas médias de frutos obtidos de plantas de maracujazeiro enxertadas com aquelas produzidas em plantas pé-franco. Enquanto que Junqueira et al. (2006) verificaram frutos com maior massa em plantas enxertadas. Ambos autores também notaram que o rendimento de suco em frutos de plantas enxertadas é maior que aqueles obtidos de plantas por sementes, apesar de não apresentarem diferenças no teor de sólidos solúveis.

2.3 Colheita do maracujazeiro amarelo

Na colheita do maracujá amarelo, a determinação correta do estágio de maturação do fruto é essencial para que a colheita seja efetuada no momento adequado. Para isto, são utilizados os índices de maturação que compreendem características de coloração da casca ou alterações químicas que ocorrem ao longo do processo de maturação dos frutos, tais como acidez titulável, sólidos solúveis, conteúdo de açúcares, relação SS/AT, rendimento em suco, vitamina C, clorofila e carotenoides totais do suco (COELHO et al., 2010).

Sendo o maracujá um fruto climatérico, que pode completar a maturação fora da planta. O seu ponto de colheita ocorre entre 50-60 dias após a antese, ou seja, 20 a 30 dias antes de se desprender da planta-mãe. Nesse ponto, ele apresenta seu máximo de peso (50-130g), seu máximo de rendimento em suco (até 36%) e o maior conteúdo de sólidos solúveis (13 a 18%) e pode ser caracterizado (para os frutos de cultivares amarelo), pela coloração verde-amarela, mas ainda preso à planta-mãe (TAVARES et al., 2003).

No caso do maracujazeiro amarelo, o indicador do ponto de colheita pode ser a mudança de cor da casca, mesmo antes da queda, evitando-se assim possíveis danos, sujidades e contaminação no contato com o solo. (LIMA, CENCI e RINALDI, 2016). É fruto altamente perecível após o seu desligamento da planta, o que o predispõe a uma rápida desidratação do pericarpo acompanhada de murchamento, reduzindo, assim, seu período de conservação e comercialização (DURIGAN et al., 2004).

2.4 Conservação pós-colheita do maracujá amarelo

A boa conservação dos frutos por um período mais longo é de fundamental importância para a comercialização eficiente do produto destinado ao mercado de frutas frescas e traz benefícios para toda a cadeia de produção. Assim, após a colheita, os frutos devem ser lavados, secados, tratados, classificados e embalados de acordo com os padrões estabelecidos pelo programa brasileiro de melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros, conforme recomendado por Lima (2002).

Mota et al. (2003), afirmam que para prolongar o tempo de armazenamento dos frutos é indispensável empregar métodos de conservação que intervenha nos processos fisiológicos, para diminuir as taxas de transpiração e respiração, por meio da redução da temperatura e da elevação da umidade relativa do ar.

O armazenamento do maracujá amarelo, colhido no ponto do seu completo desenvolvimento fisiológico, pode ser feito durante 1 semana, em temperatura de ambiente, e por 2 semanas em temperatura de 10°C. Quando são armazenados em temperatura de 5,5-7,2°C e 85-90% de umidade relativa, podem ser armazenados por 3 a 4 semanas (MANICA et al., 2005).

2.4.1 Temperatura de armazenamento

A temperatura de armazenamento é um fator importante não só do ponto de vista comercial, como também pode controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O uso da refrigeração é necessário como medida de controle da respiração e da transpiração do fruto durante o armazenamento pós-colheita, reduzindo as taxas respiratórias e retardando o amadurecimento (SOUZA et al., 2004). No maracujá, o fenômeno de alteração pós-colheita mais conhecido é o enrugamento dos frutos, que ocorre quando as perdas de água atingem de 3 a 6%, afetando a sua qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para armazenar os frutos de maracujá amarelo, Silva e Durigan (2000) sugerem a relação entre a temperatura e umidade de 5,6 a 7,2°C e 85 a 90% UR, por 3 a 4 semanas; 7 a 10°C e 90 a 95% UR, por 2 a 5 semanas; e 10 a 12°C e 85 a 90%, por até 15 dias.

Geralmente, os frutos podem ser armazenados em temperaturas na faixa de 10 °C a 15 °C, com umidade variando de 65% a 85%. Após esse período, pode ocorrer deterioração, ataque de microrganismos que promovem podridão e fermentação, resultando em depreciação e perda de características sensoriais (sabor, aparência, cor, odor, etc.) (LIMA, CENCI E RINALDI, 2016).

2.4.2 Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada em torno do produto é um dos métodos mais usados para manter a qualidade. Há a redução da concentração de O₂ e elevação da concentração de CO₂, com o objetivo de reduzir a intensidade da respiração e aumentar o tempo de vida útil, sem perda da qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Pode ser resumida como a presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, que resulta em redução do nível de O₂ e aumento do nível de CO₂, além de alteração na concentração de etileno, vapor d'água e alterações em outros compostos voláteis (LANA e FINGER, 2000).

No maracujá o uso da atmosfera modificada na etapa de armazenagem pode ser utilizado como método auxiliar à refrigeração na preservação do fruto. Algumas pesquisas já foram realizadas com atmosfera modificada, com a finalidade de conservar as características de

qualidade e aumentar a vida útil das frutas, como manga (JERÔNIMO et al., 2007) e melão (LIMA et al., 2005).

Na técnica, a atmosfera no interior da embalagem é alterada pelo uso de filmes plásticos, desacelerando as reações oxidativas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O uso das embalagens plásticas tem sido estudado por vários pesquisadores, com a finalidade de diminuir o desenvolvimento de patógenos e o enrugamento, e aumentar a vida útil de frutas, como o maracujá (ROTILI et al. 2013b), ameixa (SINGH; SINGH, 2012) e banana (BASTIAANSE et al., 2010). O uso de filme plástico de PVC (policloreto de vinila) é prático e de baixo custo, e tem sido muito utilizado no armazenamento de frutas e hortaliças, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado. Sua eficiência na conservação pós-colheita de frutos tem sido reportada por alguns autores na uva (CIA et al., 2010) e maracujá (MOTA et al., 2006; MOTA et al., 2003).

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; JERONIMO, E. M.; MORETTI, C. L. Atmosfera modificada em laranja 'Pera' minimamente processada. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.664- 671, 2011.
- BASTIAANSE, H.; BELLAIRE, L.L.; LASSOIS, L.; MISSON, C.; JIJAKLI, M.H. Integrated control of crown rot of banana with *Candida oleophila* strain O, calcium chloride and modified atmosphere packaging. **Biological Control**, Amsterdam, v.53, n.1, p.100-107, 2010.
- CAMPOS, A. V. S. **Características físico-químicas e composição mineral da polpa de *Passiflora setacea***. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília. Brasília, 2010.
- CHAVES, R. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MANICA, I.; PEIXOTO, J. R.; PEREIRA, A. V.; FIALHO, J. F. Enxertia de maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.120-123, 2004.
- CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785p. 2005.
- CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.; SANCHES, J.; PONZO, F. S.; FLÔRES, D.; TERRA, M. M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niágara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.1058-1065, 2010.
- COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. DE. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.
- DURIGAN, J. F.; SIGRIST, J. M. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. p. 283- 303.
- FERRAZ, J.V.; LOT, L. Fruta para consumo *in natura* tem boa perspectiva de renda. In: **AGRIANUAL 2007: anuário da agricultura brasileira**. Maracujá. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. p.387-388.
- FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M.; JERONIMO, E.M.; PINOTTI, R.N.; BERTANI, R.M.A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá-amarelo de cultivo convencional e orgânico no Centro-Oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.254-259, 2007.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 29 de novembro de 2017.

JERONIMO, E.M.; BRUNINI, M.A.; ARRUDA, M.C.; CRUZ, J.C.S.; GAVA, G.J. de C.; SILVA, M.A. Qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1122-1130, 2007.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D.A. da C.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; BORGES, T.A.; ANDRADE, S.R.M. de. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de *Passiflora silvestre*. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.28, n.1, p.97-100, 2006.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000.

LEITE, R. S. S. F.; BLISKA, F. M. de M.; GARCIA, A. E. B. Aspectos econômicos da produção e mercado. **In**: TEIXEIRA C. G. et al. Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1994. p. 197-267.

LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá**: Produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2004. 396p.

LIMA, A. A. **Maracujá produção**: aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, (Frutas do Brasil; 15). p. 103,2002.

LIMA, H. C.; CENCI, S. A.; RINALDI, M. M. Colheita e Pós-colheita. **In**: FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V. Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 2016. p. 198-205.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C. Qualidade pós-colheita de melão Gália submetido à modificação da atmosfera e 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.793-798, 2005.

LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**: Parte I: Origem Vegetal. São Paulo: Blucher, 2010. 402 p.

MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, M.; AGUIAR, J. L. P.; AZEVEDO, J. A.; VASCONCELLOS, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá-doce**: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes. P. 198, 2005.

MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. 1998. 84f. Tese

(Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências e tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacases.1998.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.083-091, 2011.

MELETTI, L. M. M. (coord.) **Propagação de Fruteiras Tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

MENEZES, J. M. T.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D. A. **Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à morte prematura de plantas**. São Paulo: Científica, 1994. v.22, n.1, p.95-104.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 51-57, 2003.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; NERES, C. R. L.; MIZOBUTSI, G. P.; NEVES, L. L. M. Uso de cera-de-carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.190-193, 2006.

MUÇOUÇAH, F. J. **Aspectos fenológicos do maracujá cerulea (*Passiflora caerulea* L.) nas condições de Botucatu-SP**. 1997. 69 f. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

NEVES, L. C. **Desenvolvimento do agronegócio frutícola nos estados da Amazônia Legal-potencialidades Roraimenses**. Roraima: Centro de Ciências Agrárias-UFR, 2004.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. de; MALHEIROS, E. B. Propagação vegetativa do maracujazeiro-conquista de novas adesões. **In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p.341-358.

NOGUEIRA FILHO, G.C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C. de; MALHEIROS, E.B. Desenvolvimento e produção das plantas de maracujazeiro-amarelo produzidas por enxertia hipocotiledonar sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.535-543, 2010

PALHARINI, M. C. A.; MURSINI, J. A.; PEREIRA, A. R. S. Processamento mínimo de maracujá. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, 2012.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, 2013a.

ROTILI, M. C. C.; VORPAGEL, J. A.; BRAGA, G. C.; KUHN, O. J.; SALIBE, A. B. Atividade antioxidante, composição química e conservação do maracujá-amarelo embalado com filme PVC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 942-952, 2013b.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. de. Enxertia do maracujazeiro. In: SIMPOSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5º, 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1998, p. 70-92.

SILVA, A.P.; DURIGAN, J.F. Colheita e conservação pós-colheita do maracujá. **Informe Agropecuário**, v.21 n.206, p.1-88, 2000.

SILVA, R. M. **Enxertia de cultivares de maracujazeiro amarelo sobre *Passiflora foetida* L.:** desempenho agrônômico das cultivares, caracterização morfoagronômica, variabilidade genética do portaenxerto e resistência a fusariose. 2016. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2016.

SILVA, R. M. da.; AGUIAR, A. V. M. de.; CARDOSO, E. de A.; OLIVEIRA, L. A. de A.; LIMA, J. G. A. Germinação e crescimento inicial de mudas de cinco espécies de maracujá (*passiflora spp.*) visando obtenção de porta-enxerto. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n.1, p. 131 – 135. 2011.

SINGH, S.P.; SINGH, Z. Postharvest oxidative behaviour of 1-methylcyclopropene treated Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell) during storage under controlled and modified atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.74, n.5, p.26-35, 2012.

SOUZA, J. S.; CARDOSO, C. E. L.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. Mercado mundial. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Eds.). Maracujá: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. (Frutas do Brasil, 23). p. 9-12.

SOUZA, S. L.; MOREIRA, A. P. B.; SANTANA, H. M. P.; ALENCAR E. R. Conteúdo de carotenos e provitamina A em frutas comercializadas em Viçosa, Estados de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.4, p.453-459, 2004.

TAVARES, J. T. Q.; SILVA, C. L.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G.; TEIXEIRA, L. J.; SANTANA, R. S. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá-amarelo. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1, 2003.

TEIXEIRA, C. G.; CASTRO, J. V. de; TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; MASHUZUME, T.; MEDINA, J. C.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. da S. F.; BLISKA, F. M. de M.; GARCIA, A. E. B. M. **Maracujá:** cultura, matéria-prima, processamento, aspectos econômicos. Campinas: ITAL, 1994.p. 38- 46. (Série frutas tropicais, 9).

CAPITULO I / CHAPTER I

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO
ENXERTADO PRODUZIDOS NA REGIÃO DE MOSSORÓ, RN**

*CHARACTERIZATION OF FRUITS OF YELLOW PASSION FRUIT GRAFTED
SOUR PRODUCED IN THE REGION OF MOSSORÓ, RN*

RESUMO

Na literatura há diversos estudos relacionados a composição físico-química de frutos de maracujazeiro proveniente de plantas de pé-franco, mas ainda são escassas as pesquisas com frutos de maracujazeiros provenientes de plantas enxertadas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar frutos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) enxertado, produzidos na região de Mossoró (RN), quanto aos aspectos físicos, físico-químicos e potencial antioxidante em dois estádios de maturação. O objetivo deste trabalho foi caracterizar frutos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) enxertado, produzidos na região de Mossoró (RN), quanto aos aspectos físicos, físico-químicos e potencial antioxidante em dois estádios de maturação. Foram utilizados frutos de plantas de maracujazeiro amarelo enxertado, provenientes do primeiro ciclo de produção de um plantio irrigado na Fazenda Mata Fresca Ltda., em dois estádios de maturação III (75% de cor amarela) e IV (100% de cor amarela). Foram caracterizados quanto as variáveis físicas, físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante. Os frutos apresentam massa, formato, rendimento de polpa e suco, espessura da casca, sólidos solúveis, acidez titulável e pH desejáveis para o consumo *in natura* como para a indústria em ambos estádios de maturação. O teor de vitamina C foi menor quando comparado aos encontrados na literatura para frutos não enxertados. O teor de β -caroteno é maior em frutos no estágio de maturação III (75% da casca amarela).

Palavras Chave: *Passiflora edulis* Sims., pós-colheita, atividade antioxidante, compostos bioquímicos.

ABSTRACT

In the literature there are several studies related to the physico-chemical composition of passion fruit fruits from standing plants, but there is still little research on passion fruit from grafted plants. In this sense, the objective of this work was to characterize yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) Grafted in the region of Mossoró (RN), regarding physical, chemical and antioxidant potential in two maturation stages. The objective of this work was to characterize yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) Grafted in the region of Mossoró (RN), regarding physical, chemical and antioxidant potential in two stages of maturation. Fruits of grafted yellow passion fruit plants from the first cycle of production of an irrigated planting at Fazenda Mata Fresca Ltda. Were used in two maturation stages III (75% yellow) and IV (100% yellow). Physical, physicochemical, bioactive compounds and antioxidant activity were characterized. The fruits present mass, shape, pulp and juice yield, peel thickness, soluble solids, titratable acidity and pH desirable for in natura consumption as for the industry in both stages of maturation. The vitamin C content was lower when compared to those found in the literature for ungrafted fruits. The content of β -carotene is higher in fruits at the maturation stage III (75% of the yellow bark).

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, postharvest, antioxidant activity, biochemical compounds.

1. INTRODUÇÃO

A região de Mossoró - RN apresenta potencial para o cultivo, conforme observado por Silva (2016) em estudo realizado no município de Mossoró com maracujazeiro amarelo enxertado, onde verificou plantas com boas características fenológicas, bom desempenho agrônomico e elevado vigor e precocidade no ciclo reprodutivo. Entretanto, a produção no município de Mossoró/RN ainda é incipiente, com de 38 toneladas na safra de 2015/2016 (IBGE, 2017).

A propagação do maracujazeiro em escala comercial é realizada por via sexual, no entanto a propagação por enxertia tem grande potencial para a cultura, na solução de problemas relativos a pragas e doenças. Na passicultura, a propagação assexuada já é utilizada na manutenção de materiais de plantio com boas características agrônomicas e vem favorecendo a multiplicação de plantas produtivas e tolerantes a pragas e doenças (MELETTI, 2000). Uma das vantagens do uso da enxertia é o controle de fitopatógenos através do uso adequado de portaenxerto. Ruggiero e Oliveira (1998), ressaltam que a utilização da enxertia na cultura do maracujazeiro tem como principais vantagens a resistência à morte prematura das plantas, melhoria na qualidade dos frutos e aumento da longevidade da cultura.

O conhecimento das propriedades físicas e químicas da fruta é um fator altamente relevante, uma vez que são utilizados como referência para a aceitabilidade da mesma no mercado nacional e internacional (CAMPOS, 2010). De acordo com Abreu et al. (2009), os principais atributos de qualidade do fruto observados pelos consumidores e que determinam a sua escolha são a aparência, a cor, peso, firmeza, sabor, aroma e vitaminas. Sendo a aparência o critério mais utilizado pelos consumidores para avaliar a qualidade dos frutos e, dentre os fatores que influenciam nessa qualidade estão a variedade, clima, tratamentos culturais, doenças e transporte.

A identificação de compostos bioativos em frutas têm sido potencialmente exploradas nos últimos anos, devido à crescente popularidade dos medicamentos fitoterápicos e a mudança de perspectiva dos consumidores que buscam cada vez mais alimentos com características bioativas que proporcionem mais saúde e bem-estar (NACHBAR, 2013).

Na composição química do suco de maracujá, além da riqueza em minerais e vitaminas, temos os compostos fenólicos (TALCOTT et al., 2003) e carotenoides (WONDRACEK et al., 2011), que contribuem para os seus atributos sensoriais e nutricionais. Entre os carotenoides

presentes, o β -caroteno é o que confere a cor amarelada típica do suco (UENOJO; MARÓSTICA-JUNIOR e PASTORE, 2007). O estudo da atividade antioxidante das frutas é importante para viabilizar a identificação do produto ao consumidor e, conseqüentemente, o sucesso comercial da atividade (DIAS et al., 2012).

O estágio de maturação do fruto no momento da colheita é determinante da qualidade organoléptica e nutricional do mesmo, para isto a determinação correta do estágio é essencial para que a colheita seja efetuada no momento adequado. Coelho et al. (2010) relatam que são utilizados índices de maturação que compreendem características de coloração da casca ou alterações químicas que ocorrem ao longo do processo de maturação dos frutos, tais como acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), conteúdo de açúcares, relação SS/AT, rendimento em suco, vitamina C, clorofila e carotenoides totais do suco

Na literatura já existem diversos estudos relacionados a composição físico-química de frutos de maracujazeiro proveniente de plantas de pé-franco, mas ainda são poucos os estudos com frutos de maracujazeiros provenientes de plantas enxertadas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar frutos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) enxertado, produzidos na região de Mossoró (RN), quanto aos aspectos físicos, físico-químicos e potencial antioxidante em dois estádios de maturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de plantas de maracujazeiro amarelo enxertado, provenientes do primeiro ciclo de produção de um plantio irrigado na Fazenda Mata Fresca Ltda., localizada na zona Rural do Município de Mossoró – RN, situado nas coordenadas 04° 52' 51,9" W e 31° 26' 49,6" S, 18m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw^h, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4° C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa de 68,9% (DIAS et al., 2010).

A coleta foi realizada em março de 2016, em frutos nos estádios de maturação III e IV. Os estádios de maturação dos frutos foram baseados de acordo com a coloração da sua epiderme no momento da colheita, ficando estabelecido da seguinte forma: estágio I – 25% de coloração amarela, estágio II – 50% de coloração amarela, estágio III – 75% de coloração amarela e estágio IV – 100% de coloração amarela (CEAGESP, 2001). Em seguida, foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Centro de Pesquisas em Ciências Vegetais do Semiárido Nordeste (CPVSA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Foi realizada uma seleção dos frutos para uniformidade de tamanho, com ausência de defeitos. Em seguida, os frutos foram lavados e higienizados numa solução de hipoclorito de sódio a 0,1 mL l⁻¹, por imersão durante três minutos em temperatura ambiente (25 ± 2° C) e secos com papel toalha.

Nas análises destrutivas, os frutos foram cortados transversalmente com uma faca de aço inoxidável, e a polpa retirada, sendo separado o suco da semente com peneira plástica. As amostras de polpa concentrada (suco) foram acondicionadas em tubo plástico com tampa e cobertos com papel laminado.

Foram analisadas 20 amostras compostas por 2 frutos cada. Realizou-se a estatística descritiva dos dados pela avaliação das medidas de tendência central (média, desvio padrão e coeficiente de variação).

Foram avaliadas as seguintes variáveis físicas e físico-químicas:

- a) Massa dos frutos (g): com o auxílio de uma balança semi analítica;
- b) Comprimento e diâmetro do fruto (mm): medido com auxílio de paquímetro digital com precisão 0,01;

- c) Formato do fruto: obtido pelo cálculo da relação entre o comprimento e diâmetro. Comprimido ($RF \leq 0,9$); Esférico ($0,9 \leq RF \leq 1,1$); Oblongo ($1,1 \leq RF \leq 1,7$); Cilíndrico ($RF > 1,7$) (LOPES, 1982);
- d) Rendimento de polpa (%): obtido por diferença entre a massa total do fruto e a massa da casca do mesmo;
- e) Rendimento de polpa concentrada (suco) (%): obtido por diferença entre a massa total do fruto e a massa da casca, semente e arilo do mesmo;
- f) Espessura da casca (mm): determinada com paquímetro digital de precisão 0,01 mm, com duas leituras em locais opostos da casca;
- g) Cor da casca e polpa concentrada (suco): com auxílio do colorímetro marca Minolta, modelo CR-300, calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação e expressa no módulo L., a^* . e b^* (Figura 1). O Croma $[(a^* \cdot 2 + b^* \cdot 2) / 2]$ e Ângulo hue $[\arctan(b^* / a^*)]$ foram posteriormente calculados (McGUIRE, 1992). Para a extração da polpa, os frutos foram cortados transversalmente com uma faca de aço inoxidável, e a polpa retirada, sendo separado o suco da semente com peneira plástica. Para definir a coloração do suco se fez a leitura com o colorímetro a 1 cm da sua superfície.

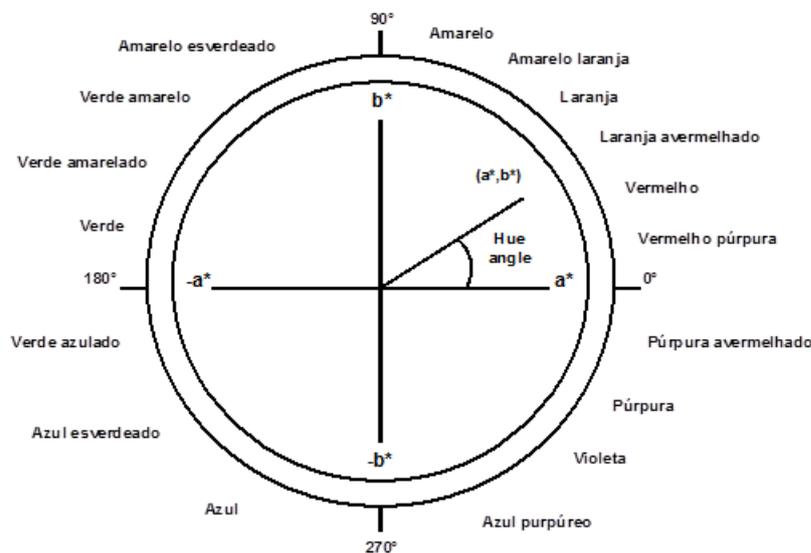


Figura 1 – Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no Diagrama CIELAB com a sequência das nuances de cores (VOSS, 1992).

- h) Sólidos solúveis (%): obtidos pela leitura direta da polpa concentrada em um refratômetro manual (modelo DBR45, Instrutemp®) com precisão de 0,20 % (AOAC, 2002);
- i) Acidez titulável (meq L⁻¹): determinada pelo procedimento volumétrico, utilizando-se 1 g da polpa concentrada, em frasco Erlenmeyer de 125 mL, acrescentar a amostra água destilada até o volume final de 50 mL e 2-3 gotas de fenolftaleína, em seguida realizando a titulação com solução de NaOH 0,1 N, da bureta digital (Jecons Digitrate Pro®) até a mudança de cor da solução para levemente róseo (IAL, 2005);
- j) pH: determinado com auxílio de potenciômetro de leitura direta (modelo mPA-210 MS TECNOPON®) devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, na polpa concentrada (AOAC, 2002);
- k) Açúcares totais pelo método de Antrona (%): o extrato foi obtido da diluição de 0,25 g da polpa, dos quais tomou-se uma alíquota de 0,05 mL e a este volume foi adicionado 0,95 mL de água destilada e 2,00 mL de Antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), procedendo-se à reação em banho-maria a 100°C por 8 minutos e resfriadas em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Spectrum Meter®) a 620 nm (YEMN e WILLIS, 1954);
- l) Açúcares redutores pelo método de DNS (%): o extrato foi obtido da diluição de 1 g da polpa, dos quais tomou-se 0,5 mL e a este volume adicionou-se 1,0 mL de água destilada e 1 mL de ácido dinitrosalicílico (ácido 3,5-dinitro salicílico - DNS, Vetec, Brasil) a 1%, procedendo-se à reação em banho-maria a 100°C por 5 minutos e resfriadas em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Spectrum Meter®) a 540 nm (MILLER, 1959).

Caracterização dos compostos bioativos e atividade antioxidante:

- a) Vitamina C (mg 100 g⁻¹): Utilizou-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5%, 5 mL desta solução foi diluída em água destilada até 50 mL e realizada a titulação, em seguida (STROHECKER; HENNING, 1967);
- b) Antocianinas totais e flavonoides amarelos (mg 100 g⁻¹ de polpa): Amostras de 2 g foram misturadas a 30 mL da solução extratora (etanol 95 % - HCl 1,5 N na proporção 85:15), homogeneizadas por 2 minutos em Ultra-Turrax® (T25 - IKA, Germany) e armazenada a 4° C por 12 horas. A solução foi filtrada em papel Whatman n° 1 em frascos âmbar e as leituras realizadas em espectrofotômetro (modelo UV-1600, Pró-

- Análise®) com comprimento de onda de 476 nm para flavonoides e 535 nm para as antocianinas (FRANCIS, 1982);
- c) Teor de β -caroteno (mg 100 ml⁻¹ de polpa): uma amostra de 1,0 g de suco foi misturada a 10 mL de solução extratora (6 mL de hexano + 4 mL de acetona) e homogeneizada por 1 minuto em Ultra-Turrax® (T25 - IKA, Germany). Em seguida foram centrifugados a 955 rpm e 20° C por 10 minutos. O sobrenadante foi recolhido para a leitura em leituras realizadas em espectrofotômetro (modelo UV-1600, Pró-Análise®, Brasil) nos comprimentos de ondas (absorbâncias) 663 nm, 645 nm, 505 nm, 453 nm. Os resultados obtidos foram empregados na equação $\beta = 0,216_{A663} - 1,22_{A645} - 0,304_{A505} + 0,452_{A453}$ (NAGATA; YAMASHITA, 1992).
- d) Polifenóis extraíveis totais (mg 100 g⁻¹ de polpa): amostras de 2,0 g de polpa concentrada (suco) foram pesadas em tubos de centrífuga e sequencialmente extraídas com 10 mL de álcool metílico 50% à temperatura ambiente durante 1 h. Os tubos foram centrifugados a 10.000 rpm e 20° C por 20 min e o sobrenadante recuperado. Em seguida, adicionou-se 10 mL de acetona 70% ao resíduo, à temperatura ambiente, extraiu-se por mais 1 hora e seguida centrifugadas. Os extratos obtidos de metanol e acetona foram misturados em balão volumétrico, aferindo-se para 25 mL com água destilada (LARRAURI et al., 1997). A determinação foi executada utilizando alíquotas de 300 μ L dos extratos em tubos de ensaio e a eles foram adicionados 700 μ L de água destilada, 1 mL de reagente de Folin-Ciocalteu, 2 mL de solução de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada. Em seguida, as amostras foram agitadas em agitador de tubos (QL - 901, Vortex®) e deixadas em repouso durante 30 min no escuro. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 700 nm, utilizando a curva padrão de ácido gálico 98% (doseada em 0, 10, 20, 30, 40 e 50 μ g) (OBANDA; OWUOR, 1997).
- e) Atividade antioxidante total pelo método ABTS ou TEAC (μ M trolox/100 g de polpa): foi determinada utilizando 2,2-azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid radical cation (ABTS•+, Sigma), método descrito por Re et al. (1999). Antes do ensaio colorimétrico, as amostras foram submetidas a um procedimento de extração em metanol 50% e acetona 70%, já descrita, com a modificação do peso das amostras de suco que foram de 5,0g (LARRAURI et al., 1997). A leitura espectrofotométrica foi feita após 6 min da mistura de 30 μ L de extrato com três mL do radical ABTS•+,

utilizando o antioxidante sintético Trolox na concentração de 100 - 2000 μM em etanol para preparar a curva de calibração (MILLER et al., 1993; RUFINO et al., 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa média dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertados no estágio de maturação III foi de 208 g e para o estágio IV de 191,87g (Tabela 1). Vianna-Silva et al. (2008) observaram que valor médio da massa dos frutos variou de 202,5g em frutos de maracujazeiro amarelo que estavam com 80% de coloração da epiderme amarela (83 dias após a antese) a 256,9 g, nos quais os frutos verdes (52 dias após a antese). Esse comportamento indica que frutos mais verdes possuem mais água que os mais maduros

Tabela 1. Caracterização física de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.

Variável / Estádio de Maturação	Min.	$\bar{X} \pm Dp$	Máx.	CV (%)	$\bar{X}_{(E\ III:E\ IV)}$	
Massa do fruto (g)	E III	176,51	208,02 ± 33,45	268,80	16,08	199,95
	E IV	168,54	191,87 ± 20,01	219,82	10,43	
Comp. do fruto (mm)	E III	83,25	89,39 ± 6,11	96,96	6,84	93,78
	E IV	92,96	98,16 ± 4,27	102,14	4,35	
Diâmetro do fruto (mm)	E III	73,30	79,37 ± 4,38	86,05	5,52	79,04
	E IV	73,44	78,71 ± 3,76	83,20	4,78	
Formato do fruto (comp/diam)	E III	1,04	1,13 ± 0,07	1,20	6,13	1,19
	E IV	1,16	1,25 ± 0,05	1,31	4,12	
Rendimento de polpa (%)	E III	49,03	60,20 ± 8,21	73,24	13,64	58,76
	E IV	50,90	57,32 ± 7,17	68,23	12,50	
Rendimento de suco (%)	E III	32,97	47,27 ± 10,79	65,20	22,85	45,41
	E IV	36,52	43,55 ± 6,33	55,17	14,53	
Espessura de casca (mm)	E III	5,61	6,62 ± 2,07	10,92	30,80	6,58
	E IV	5,33	6,54 ± 0,94	7,75	14,34	
L* (casca)	E III	78,40	83,78 ± 4,29	87,60	5,12	81,18
	E IV	74,68	78,57 ± 4,88	84,81	6,21	
C* (casca)	E III	38,68	44,67 ± 5,42	50,80	12,13	42,58
	E IV	35,18	40,49 ± 6,66	49,00	16,45	
°h*(casca)	E III	76,03	80,88 ± 4,05	84,99	5,00	78,98
	E IV	70,54	77,07 ± 6,87	85,54	8,92	
L*(polpa)	E III	58,59	60,97 ± 2,73	64,42	4,41	60,35
	E IV	57,50	59,74 ± 2,47	62,83	4,14	
C* (polpa)	E III	22,89	24,25 ± 1,15	25,45	4,75	24,29
	E IV	21,15	24,32 ± 3,19	28,18	13,11	
°h* (polpa)°	E III	61,41	69,09 ± 6,66	72,28	9,64	69,33
	E IV	66,81	69,57 ± 2,17	71,35	3,12	

* Mín. = Mínimo; \bar{X} = média; Máx. = máximo; Dp = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação; EIII = estágio de maturação III; EIV = estágio de maturação IV.

Os resultados foram semelhantes aos notados por Cavichioli et al. (2011) para frutos de maracujazeiro amarelo enxertado, que obtiveram para o *P. edulis/P. edulis* 185,46 g, *P. edulis/P. alata* 190,13g e *P. edulis/P. gibertii* 182,06g. Enquanto que na pesquisa Hurtado-Salazar et al (2015) a massa média dos frutos variou de 130,06 para *P. edulis /P. mucronata* a 157,43g (proveniente de semente), sendo menores que os observados neste trabalho.

Oliveira, Regis e Resende (2011) avaliando frutos de maracujazeiro de um pomar comercial de Campos dos Goytacazes (RJ), obtiveram frutos com massa entre 275,81 e 145,78g. Para Freitas et al. (2011), frutos com massa média acima de 180g apresentam ótimo valor comercial para consumo *in natura*

Os comprimentos médios dos frutos foram de 89,39 mm (E III) e 98,16 mm (E IV) e os diâmetros médios de 79,37 mm (E III) e 79,04 mm (EIV) (Tabela1). Cavichioli et al. (2011), encontraram valores para comprimento dos frutos na ordem de 99,2 mm na combinação *P. edulis /P. gibertii* a 109,1 mm em plantas provenientes de sementes. Vianna-Silva et al. (2008) obtiveram para diâmetro médio dos frutos valores na faixa de 76,6 mm até 85,9 mm e comprimento médio variou de 91,7 mm a 100,4 mm, ao longo de todo o período após a antese estudado, concluindo que os frutos de maracujazeiro amarelo colhidos em diferentes tempos após a antese tiveram um bom padrão de homogeneidade em tamanho e massa.

Em híbrido de maracujazeiro amarelo, Aguiar et al. (2015), pesquisando nas condições do norte do Paraná, para diâmetro de fruto, a variação foi de 75,1 mm a 83,8 mm. Na classificação comercial da Ceagesp (2001), numa escala de 1 a 5 para o calibre referente ao diâmetro equatorial, os frutos analisados se enquadram na Classe 4 (75 a 85 mm).

Nos frutos avaliados, a relação entre o comprimento e diâmetro foi de 1,13 para frutos no E III e 1,25 no E IV. A relação entre o comprimento e o diâmetro (CF/DF) é utilizada para avaliar o formato dos frutos, considerando-se o valor igual a um para fruto redondo e maior, para fruto ovalado (GRECO et al. 2014). Segundo a metodologia de Lopes (1982), frutos com a relação entre 1,1 e 1,7, são classificados como oblongos. Dessa forma, os frutos avaliados no estágio III são menos ovalados/oblongos que os frutos do estágio IV.

Em maracujá, prefere-se selecionar frutos ovais, por obterem maior valor comercial e apresentarem maior rendimento de suco (MELETTI, SANTOS e MINAMI, 2000), conforme obtido nesta pesquisa. Hurtado-Salazar et al (2015), obtiveram frutos oblongos ou ovalados em todas as combinações de enxertia e *P. edulis* (provenientes de semente).

Para a espessura da casca, os valores médios foram de 6,62 e 6,54 mm para os estádios III e IV de maturação estudados, respectivamente (Tabela 1). Houve uma pequena redução na espessura da casca com o amadurecimento dos frutos, que Vianna-Silva et al. (2008) também observaram, mas com uma variação de 8,2 a 4,9 mm em frutos de maracujazeiro amarelo colhidos em diferentes tempos após a antese. Na pesquisa de Hurtado-Salazar et al (2015) em fruto enxertados, o menor valor de espessura de casca foi observado nos frutos das combinações *P. edulis* /*P. gibertii*, que foi de 5,38 mm e o maior 5,97 para o *P. edulis* não enxertado, tendo as cascas mais finas quando comparados aos frutos desta pesquisa.

As médias rendimento de polpa e suco no E III de maturação foram 60,20 e 47,27%, respectivamente. No E IV o rendimento de polpa foi 57,32% e de suco de 43,55% (Tabela 1), atendendo ao exigido pela indústria que os frutos de maracujazeiro-amarelo devem ter rendimento acima de 30% (FREITAS et al., 2011).

Hurtado-Salazar et al (2015), encontraram em frutos obtidos em plantas provenientes de sementes com 56,63% contra 61,86% em plantas enxertadas em *P. edulis* e 57,57%, 57,51% em plantas enxertadas em *P. gibertii* e *P. mucronata*, respectivamente, de rendimento de polpa. Vianna-Silva et al. (2008), observaram uma variação em rendimento da polpa de 43,8 a 56,8 % e em rendimento de suco 30,7 a 40,2% dos 52 aos 100 dias após a antese (DAA), aumentando com a amadurecimento dos frutos e com a diminuição da espessura da casca.

A relação entre o tamanho dos frutos e sua massa é um atributo decisivo para o consumidor no momento da compra do fruto do maracujazeiro, pois o rendimento de suco pode ser influenciado pela forma e tamanho do fruto, neste trabalho, o rendimento foi maior no estágio de maturação III que apresentou frutos com massa maior e um formato mais redondo e não se relacionou com a espessura da casca.

Negreiros et al. (2007) em pesquisa realizada relacionando características físicas e o rendimento de polpa de maracujá- amarelo concluíram que o rendimento pode ser selecionado indiretamente, com base na menor espessura da casca e que não foi observada correlação entre a relação comprimento/diâmetro (maior em frutos ovais) e rendimento de polpa. De acordo com Bruckner et al. (2002), frutos destinados a indústria precisam ter casca fina, possuir cavidade interna totalmente preenchida, conferindo alto rendimento de suco.

Embora que já existem pesquisas relacionando características físicas com rendimento e polpa, ainda há a necessidade de estudos para a definição de um padrão para esta característica, ainda inexistente, aliando uma cavidade interna maior com bom rendimento de polpa, sem que

isto signifique maior dano físico ao fruto, devido à baixa resistência do mesocarpo (MELETTI et al., 2003).

A média do parâmetro luminosidade (L) para os estádios de maturação III e IV foram 83,78 e 78,57, respectivamente. Quanto a cromaticidade as médias foram 44,67 para frutos no estádio III e 40,49 no estádio IV. O ângulo hue ficou entre 80,88 °h no EIII e 77,07 °h no EIV, estando situado dentro primeiro quadrante (0°- 90°), ou seja, coloração vermelha-amarelo, ficando próximos da cor amarela (90 °h). (Tabela 4).

Esses resultados indicam que os frutos no estádio de maturação IV apresentaram menor brilho. O que pode ter se intensificado pela redução da saturação de cor com a redução da cromaticidade; e por sua vez com a redução do °h, frutos apresentaram menor intensidade de coloração amarela.

Hurtado- Salazar et al. (2015), para a luminosidade, encontraram a variação de 70,82 a 71,94 em frutos de todas as combinações de enxertia estudadas. Para a intensidade da cor o valor de 42,85 nos frutos das plantas enxertadas *P. edulis* / *P. gibertii* foi próximo aos obtidos neste trabalho e que indicam que a saturação ou a quantidade de pigmento na casca é alta. O ângulo hue variou entre 97,20 a 100,43, determinando maior intensidade de amarelo para todas as combinações e para *P. edulis* (não enxertado) ângulo °h ficou situado dentro do segundo quadrante (>90°), ou seja, coloração amarela,

Na coloração da polpa, no parâmetro Hunter L, apresentou valores aproximados para ambos os estádios de maturação, apresentando o valor médio de 60,35 (Tabela 1). Os resultados deste trabalho foram superiores aos obtidos por Hurtado- Salazar et al. (2015) que o maior valor numérico para luminosidade no suco (47,66) foi obtido de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado sobre ele mesmo (*P. edulis*/ *P. edulis*), colhidos maduros.

A média dos valores encontrados para croma de 24,25 ($\pm 1,15$) e 24,32 ($\pm 3,19$) para polpa obtida de frutos nos estádios III e IV, respectivamente, foram superiores aos obtidos por Hurtado- Salazar et al. (2015), em que os valores ficaram entre 10,00 e 13,39, indicando que a saturação ou a quantidade de pigmento na polpa é baixa, na polpa de frutos enxertados e colhidos maduros.

O ângulo hue ficou entre 69,09 °h ($\pm 6,66$) no EIII e 69,57 °h ($\pm 2,17$) no EIV, ficando situados dentro do primeiro quadrante (de zero a 90°), indicando que a cor está entre o vermelho e o amarelo, uma cor alaranjada (90 h = amarelo), possivelmente por influência do portaenxerto. Hurtado- Salazar et al. (2015) nas polpas de frutos enxertados encontraram valores de 84,72

para *P. edulis/P. edulis* a 95,45 para *P. edulis/P. gibertii*, ficando mais próximos da cor amarela, embora que ainda localizado no primeiro quadrante.

De acordo com Maniwara et al. (2014), a coloração do suco (polpa) pode ser um parâmetro utilizado como indicador da qualidade dos frutos destinados à industrialização, havendo preferência por frutos que possuem coloração amarelo-dourada estável.

A média de sólidos solúveis (SS) para frutos do estágio III foi de 15,13% e para frutos do estágio IV foi de 16,90% (Tabela 2). Para Aular et al. (2000), os frutos de maracujá amarelo só atingem maturidade mínima quando possuem mais de 20% de área da casca com coloração amarelada, em aproximadamente 63 dias após a antese, momento em que apresenta 14,1% de sólidos solúveis.

Nascimento et al. (2003) afirmam que o teor elevado de sólidos solúveis em frutos de maracujazeiro é uma característica bastante desejável para a indústria e o mercado de frutos *in natura*, pois são necessários cerca de 11 kg de frutos com sólidos solúveis entre 11 e 12% para a obtenção de 1 kg de suco concentrado a 50% de sólidos solúveis. Assim, quanto mais alto for o teor de sólidos solúveis, menor a quantidade de frutos necessária para a concentração do suco.

Coelho et al. (2010) constataram que os maracujás da safra de inverno colhidos com 30,7% de coloração amarela, alcançaram teores ótimos de sólidos solúveis da ordem de 14,5%, valor este apreciado pelas indústrias. Vianna-Silva et al. (2005) observaram um aumento progressivo no conteúdo de SS desde a fase imatura, aos 52 DAA (10,21 %), até os 76 DAA, quando os frutos se apresentavam com cerca de 65% de cor amarela e 16,06 %.

Para frutos obtidos de sementes de *P. edulis*, Hurtado-Salazar et al (2015) obtiveram 14,03% de SS. Enquanto que para os enxertados 11,73, 12,79 e 11, 93% de SS para frutos de plantas enxertadas sob *P. edulis*, *P. gibertii* e *P. mucronata*, respectivamente.

Durante a maturação das frutas, umas das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares (notadamente, glicose, frutose e sacarose), que ocorre simultaneamente com a redução da acidez. O teor de açúcares atinge o máximo no final da maturação, conferindo qualidade ao produto. Os valores médios, em frutas, são da ordem de 10% e, em hortaliças, de 2% a 5%. As variações numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para a acidez titulável os valores médios encontrados foram de 4,11% e 3,64% para os estádios de maturação III e IV, respectivamente (Tabela 2). Coelho et al. (2010) verificaram

que o maracujá-amarelo, não enxertado, colhido maduro atinge 4,42% de acidez. Ambrósio (2015) obteve uma variação de 3,02 a 3,17% de acidez titulável, entre os frutos de maracujazeiro sobre diferentes porta-enxertos. A acidez titulável de um fruto é dada pelos ácidos orgânicos, cujo teor tende a diminuir durante o processo de amadurecimento devido à oxidação dos mesmos no decurso de reações como a respiração (SOUZA et al., 2016).

Tabela 2. Caracterização físico-química de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.

Sólidos Solúveis - SS (%)	E III	13,50	15,13 ± 1,27	16,00	8,37	16,02
	E IV	16,00	16,90 ± 0,70	17,50	4,20	
Acidez Titulável - AT (meq L ⁻¹)	E III	3,40	4,11 ± 0,78	5,08	18,88	3,88
	E IV	3,55	3,64 ± 0,12	3,79	3,25	
Relação SS/AT	E III	3,31	3,75 ± 0,48	4,14	12,92	4,20
	E IV	4,48	4,65 ± 0,17	4,85	3,59	
pH	E III	2,77	2,92 ± 0,12	3,06	4,14	3,00
	E IV	2,97	3,08 ± 0,08	3,17	2,46	
Açúcares Totais - ATT(%)	E III	13,84	20,13 ± 4,87	23,34	24,18	17,36
	E IV	13,53	14,58 ± 1,55	16,59	10,65	
Açúcares Redutores - AR (%)	E III	3,83	5,48 ± 2,17	8,58	33,44	5,59
	E IV	4,79	5,70 ± 1,04	7,01	18,33	

* Min. = Mínimo; \bar{X} = média; Máx. = máximo; Dp = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação; EIII = estágio de maturação III; EIV = estágio de maturação IV.

De acordo com Negreiros et al. (2008), a elevada acidez do fruto é uma característica importante para a indústria, pois desfavorece o desenvolvimento de microrganismos e, conseqüentemente, confere maior tempo de conservação do produto processado. Bruckner et al. (2002), afirmam que o alto teor de sólidos solúveis possibilita o uso de menor quantidade de polpa para elaborar o suco concentrado, e a elevada acidez garante maior flexibilidade na adição de açúcares. O Ministério da Agricultura (Brasil, 2003) estabelecem o valor padrão mínimo de 2,5% para a acidez total e 11% de sólidos solúveis para o suco de maracujá. Dessa forma, os frutos analisados atendem o exigido pela legislação vigente.

A relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas de avaliar-se o sabor dos frutos, os valores encontrados foram de 3,75 e 4,65, para os estádios de maturação III e IV, respectivamente (Tabela 2). Gamarra e Medina (1996) afirmam que durante o amadurecimento, a relação SS/AT tende a aumentar, principalmente devido à diminuição da acidez, conforme pode ser observado no presente trabalho, já que a relação foi maior em frutos do estágio IV. O teor de açúcar e a acidez dos frutos podem sofrer variação em decorrência de fatores ambientais

e práticas de cultivo, qualidade de luz solar e temperatura, como também do tipo e dosagens de fertilizantes; portanto, com reflexos diretos na relação SS/AT (NASCIMENTO et al., 2003).

O valor do pH foi de 2,92 no EIII e 3,08 no EIV (Tabela 2), aumentando com o estágio de maturação dos frutos conforme a redução da acidez titulável. Estes resultados corroboram com os de Souza et al. (2016) que observaram que o pH aumentou conforme o fruto amadureceu, passando de 2,87 no grupo de maturação mais verde para 3,09 no mais maduro. Esse comportamento ocorre pelo consumo dos ácidos orgânicos simultaneamente a maturação dos frutos (SANTOS et al., 2013).

Em vista da importância dos açúcares solúveis totais sobre o sabor agradável do suco, as médias obtidas neste trabalho no E III de maturação foram de 20,13% ($\pm 4,87$) e no E IV de 14,58% (Tabela 2) estão de acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecidos para polpa de maracujá amarelo (BRASIL, 2000), que permite o máximo 18% de açúcares totais.

Houve uma redução no teor de açúcares solúveis totais nos frutos do estágio IV de maturação, o que possivelmente se deve ao genótipo utilizado, ao portaenxerto e as condições edafoclimáticas da região em que foram produzidos os frutos. Este comportamento contrasta com observado por Veras, Queiroz Pinto e Menezes. (2000), que obtiveram para açúcares totais as médias 9,56 e 10,13 g 100g⁻¹ para frutos ‘de vez’ e maduros de maracujazeiro amarelo não enxertado, respectivamente.

Santos et al. (2013) analisando o ponto de colheita de diferentes cultivares de maracujá, observaram que frutos dos híbridos BRS Ouro Vermelho e Sol do Cerrado, no estágio 2 (50% do fruto amarelo), tiveram um conteúdo de açúcares totais similares àquele dos frutos colhidos maduros. E que a cultivar BRS Gigante Amarelo apresentou tendência de aumentos progressivos com os estágios de maturação, mas os frutos colhidos no estágio 2 apresentaram médias de açúcares totais ($9,33 \pm 1,03$ g 100mL⁻¹) similares às dos frutos das cultivares BRS OV e BRS SC colhidos maduros.

As médias obtidas para açúcares redutores foram 5,48% para o E III e 5,70% para o E IV (Tabela 2). Esses valores foram superiores aos encontrados por Coelho et al. (2010) que em frutos de maracujazeiro amarelo colhidos maduros apresentaram uma média de açúcar redutor de 4,9 g 100 mL⁻¹. Ciabotti e Braga (2000) relatam açúcar redutor em polpa de maracujazeiro amarelo na faixa de 3 a 5%. Santos et al. (2013) encontraram valores elevados de açúcares redutores no estágio maduro (8,93g 100 mL⁻¹) para a cultivar BRS Gigante Amarelo.

As médias encontradas para Vitamina C foram 23,42 mg 100 g⁻¹ e 27,55 mg 100 g⁻¹, para o E III e E IV, respectivamente. (Tabela 3).

Coelho et al. (2010), observaram que nos estádios 1 (coloração verde intensa e brilhante) e 2 (coloração verde-clara), dos sete estádios estudados, ocorreu um consumo significativo do ácido ascórbico durante o processo de amadurecimento dos frutos de maracujazeiro amarelo, atingindo valores mais baixos do que a média de 21,7 mg 100 mL⁻¹ encontrada nos frutos colhidos maduros.

Tabela 3. Compostos bioativos em maracujá amarelo enxertado em dois estádios de maturação. Mossoró – RN, 2016.

Variável / Estádio de Maturação	Min.	$\bar{X} \pm Dp$	Máx.	CV (%)	$\bar{X}_{(EIII:EIV)}$	
Vit. C (mg 100 g ⁻¹)	E III	12,40	23,42 ± 11,29	37,20	48,22	25,49
	E IV	20,67	27,55 ± 5,65	33,06	20,49	
Antocianina (mg 100 g ⁻¹)	E III	0,56	0,69 ± 0,13	0,88	18,76	0,64
	E IV	0,37	0,59 ± 0,26	1,06	43,65	
Flavonoides amarelos (mg 100 g ⁻¹)	E III	0,57	0,95 ± 0,27	1,34	28,50	0,99
	E IV	0,66	1,03 ± 0,42	1,82	40,66	
β-caroteno (mg 100 ml ⁻¹)	E III	0,10	0,19 ± 0,07	0,30	36,44	0,25
	E IV	0,25	0,31 ± 0,04	0,37	14,76	
Polifenóis extraíveis totais (mg 100 g ⁻¹)	E III	32,29	34,15 ± 1,67	37,09	4,88	34,90
	E IV	32,97	35,63 ± 1,70	37,27	4,76	
Atividade antioxidante (μM Trolox 100 g polpa ⁻¹)	E III	36,0	38,0 ± 0,02	40,0	4,30	0,41
	E IV	40,0	44,0 ± 0,04	51,0	10,13	

* Min. = Mínimo; \bar{X} = média; Máx. = máximo; Dp = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação; EIII = estágio de maturação III; EIV = estágio de maturação IV.

Coelho et al. (2010), observaram que nos estádios 1 (coloração verde intensa e brilhante) e 2 (coloração verde-clara), dos sete estádios estudados, ocorreu um consumo significativo do ácido ascórbico durante o processo de amadurecimento dos frutos de maracujazeiro amarelo, atingindo valores mais baixos do que a média de 21,7 mg 100 mL⁻¹ encontrada nos frutos colhidos maduros.

Os teores médios para vitamina C encontrados nesta pesquisa foram inferiores aos reportados por Cardoso et al. (2012) que obtiveram 30,48 mg 100 mL⁻¹ em frutos de maracujazeiro amarelo enxertados sob *P. foetida*. Os autores ainda afirmam que valores reduzidos de vitamina C podem estar relacionado a diversos fatores, como as condições climáticas da região, estágio de maturação do fruto ou até mesmo a transferência de características do portaenxerto para o enxerto. Em frutos obtidos de plantas enxertadas, Hurtado - Salazar et al. (2015), observaram que os teores de vitamina C encontrados nos frutos de todas

as combinações de *P. edulis* com os porta-enxertos e *P. edulis* (proveniente de semente) ultrapassaram o valor de 20 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de polpa.

Na polpa de frutos *P. edulis*, são encontrados teores reduzidos, como as médias observadas 0,64 mg 100 g⁻¹ (E III) e 0,59 mg 100 g⁻¹ (E IV) (Tabela 3), ou a polpa não apresenta antocianina (KUSKOSKI et al., 2005; KUSKOSKI et al., 2006 e ZERAIK et al., 2010). No gênero *Passiflora*, as antocianinas contribuem para o padrão de cores das flores e para a cor roxa intensa de alguns de seus frutos.

Os valores médios encontrados para flavonoides amarelos foram de 0,95 mg 100 g⁻¹ (E III) e 1,03 mg 100 g⁻¹ (E IV) (Tabela 3). Cohen et al. (2008) obtiveram nos cultivos convencional e orgânico de BRS Sol do Cerrado os valores de 3,28 mg 100 g⁻¹ e de 3,09 mg 100 g⁻¹ para flavonoides totais, respectivamente. Os autores ainda afirmam que quase totalidade dos trabalhos que quantificam os teores de flavonoides em espécies de *Passiflora* é realizada nas folhas, já que é essa a matéria-prima utilizada pelas indústrias para a produção de fitoterápicos, sendo incipientes dados que se refiram a esses compostos nas polpas.

As médias obtidas para β -caroteno foram 0,19 mg 100 mL⁻¹ e 0,31 mg 100 mL⁻¹ para os estádios de maturação EIII e EIV, respectivamente (Tabela 3). Rotili et al. (2013b), em frutos embalados com PVC, observaram teores de β -caroteno significativamente menores que os frutos não embalados, cujas médias gerais foram 0,33 e 0,44 mg 100 mL⁻¹, respectivamente. Hurtado-Salazar; Silva e Bruckner (2016), verificaram teores de β -caroteno de 1,45 mg 100 g⁻¹ de suco em frutos enxertados *P.edulis/P.edulis* e 1,0585 mg 100 g⁻¹ de suco para frutos não-enxertados.

A presença de β -caroteno no maracujá-amarelo é responsável pela cor amarelada típica do suco (UENOJO; MARÓSTICA-JUNIOR e PASTORE, 2007) e corresponde a 74% do total de carotenoides presentes na *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (SILVA e MERCADANTE, 2002).

A média para polifenóis extraíveis totais foram de 34,90 mg 100 g⁻¹ para ambos estádios de maturação, corroborando com Miranda (2015) que para polpas do híbrido de maracujazeiro BRS ouro vermelho obteve valores de 38,47 mg 100g⁻¹ e 36,20 mg 100g⁻¹. E os resultados foram superiores aos encontrados por Kuskoski et al. (2006) que verificaram a quantidade de 20,0 mg100g⁻¹ de polifenóis totais no maracujá amarelo.

O acúmulo de vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides em frutos é variável e depende, entre muitos fatores, do estágio de maturação e das condições de armazenamento (VEBERIC; COLARIC e STAMPAR, 2008).

Os valores médios para atividade antioxidante total foram 38,0 $\mu\text{M Trolox } 100 \text{ g polpa}^{-1}$ para o estágio III e 44,0 $\mu\text{M Trolox } 100 \text{ g polpa}^{-1}$, obtidos método ABTS ou TEAC. A atividade antioxidante em vegetais é devida a ação de uma grande variedade de compostos antioxidantes, que são degradados ou sintetizados de acordo com o estado fisiológico e com os níveis de estresses abióticos e bióticos sofridos pelo órgão durante o armazenamento (ROTILI et al., 2013a).

Kuskoski et al., (2005) realizaram estudos com a polpa do maracujá amarelo e identificou atividade antioxidante de 54,0 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ($\pm 1,9$) pelo método ABTS. Rotili et al. (2013b), para a atividade antioxidante TEAC, obtiveram os valores de 74,32 para 56,52 $\mu\text{g ETrolox } 100 \text{ mL}^{-1}$ nos frutos não embalados e de 74,07 para 57,67 $\mu\text{g ETrolox } 100 \text{ mL}^{-1}$ nos embalados com PVC. Couto et al. (2011), encontraram o valor de 6,52 $\mu\text{M Trolox} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para frutos do cultivo convencional e 4,95 $\mu\text{M Trolox} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o cultivo orgânico.

Em algumas espécies, como a *Passiflora edulis* variedade BRS Ouro Verde, BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado e *Passiflora alata* essa capacidade segue em valor crescente, iniciando da semente, polpa, casca e folha. É válido mencionar que a atividade antioxidante pode manifestar-se em outras espécies de maneira diferente como exemplo, a *Passiflora setacea* que em um experimento apresentou cerca de 4 vezes maior potencial antioxidante na semente do que na folha (VIEIRA, 2013). Também pode estar relacionado a interação do portaenxerto com a capacidade antioxidante, podendo ser confirmado posteriormente com outras pesquisas, já que não há relatos na literatura.

4. CONCLUSÕES

Os frutos apresentam massa, formato, rendimento de polpa e suco, espessura da casca, sólidos solúveis, acidez titulável e pH desejáveis para o consumo *in natura* como para a indústria em ambos estádios de maturação.

O teor de vitamina C e atividade antioxidante foram reduzidos quando comparados aos encontrados na literatura para frutos não enxertados.

O teor de β -caroteno é maior em frutos no estágio de maturação III (75% da casca amarela).

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. P. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SOUSA, M. A. F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro amarelo cultivados no distrito federal. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.31, n.2, p.487- 491, 2009.
- AGUIAR, R. S., ZACCHEO, P. V. C., STENZEL, N., COLAUTO, M., SERA, T., & NEVES, C. S. V. J. Yield and quality of fruits of hybrids of yellow passion fruit in northern Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015.
- AMBRÓSIO, M. **Desempenho de populações de maracujazeiro amarelo sob diferentes portas - enxertos**. 2015. 44 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 17^a. edição. Washington: AOAC, 2002.
- AULAR, J.; RUGGIERO, C.; DURIGAN, J. F. Influência da idade na colheita sobre as características dos frutos e do suco de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.22, número especial, p.6-8, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1 de 7 janeiro de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco tropical e néctar de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2003.
- BRUCKNER, C. H.; MELETTI, L. M. M.; OTONI, W. C.; ZERBINI JÚNIOR, F. M. Maracujazeiro. In. BRUCKNER, C.H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p.373-410.
- CAMPOS, A. V. S. **Características físico-químicas e composição nutricional da polpa de *Passiflora setacea***. 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- CARDOSO, E. A.; SILVA, R. M.; AGUIAR, A. V. M.; PIRES, H. G.; GARCIA, K. G. V.; ROCHA, R. H. C. Características físicas e físico-químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado sobre *Passiflora foetida* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012. 1 CD-ROM.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. S.; GARCIA, M. J. M.; FISCHER, I. H. Desenvolvimento, produtividade e sobrevivência de maracujazeiro-amarelo enxertado e cultivado em área com histórico de morte prematura de plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p. 567-574, 2011.

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

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes tipos de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, p. 51-60, 2000.

COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. DE. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.

COHEN, K. O.; TUPINAMBÁ, D. D.; COSTA, A. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FALEIRO, F. G.; SOUSA, H. N.; BAIOCCHI, M. V. Compostos fenólicos e vitamina C na polpa do híbrido de maracujazeiro amarelo BRS Ouro Vermelho. **Comunicado Técnico 156**, 5p. Embrapa Cerrados: Planaltina-DF, 2008.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Classificação do maracujá (*Passiflora edulis*. Sims). Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e de embalagens do maracujá-amarelo**. 2001. Disponível em <www.ceagesp.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2017.

COUTO, A. B. B.; AGUIAR, I. B.; OLIVEIRA, C. S.; GOMES, F. S.; FREIRE JUNIOR, M.; CABRAL, L. M. C.; LEAL JUNIOR, W. F. Caracterização físico-química maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* fo. *flavicarpa*) cultivado em sistema orgânico e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2011, Rio de Janeiro. Alimentação inteligente com tecnologia limpa: **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Processamento de Frutas e Hortaliças, 2011. 1 CD-ROM.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DE OLIVEIRA FREIRE, J. L.; NASCIMENTO, J. A. M. Fruit quality and production of yellow passion fruit in soil with biofertilizer under irrigation with saline waters. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6Supl1, p. 2905-2918, 2012.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755-761, 2010.

DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M.F.B. **Maracujá – Pós colheita**: Características dos frutos. Brasília, EMBRAPA Cerrados, 2002. P. 13-15.

FARIAS, J. F.; SILVA, L. J. B. ARAÚJO NETO, S. E.; MEDONÇA, V. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p.196-202, 2007.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.) ***Anthocyanins as food colors***. New York: Academic Press, 1982. p.181-207.

FREITA S, J. P. X.; DE OLIVEIRA, E. J.; DA CRUZ NETO, A. J.; DOS SANTO S, L. R. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro - amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.1013-1020, 2011

GAMARRA, R. G.; MEDINA, V. M. Mudanças bioquímicas do suco do maracujá ácido em função da idade do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18, n.1, p.75-83, mar. 1996.

HURTADO- SALAZAR, A. H.; SILVA, D. F. P. D.; BRUCKNER, C. H. Effect of two wild rootstocks of genus *Passiflora* L. on the content of antioxidants and fruit quality of yellow passion fruit. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 2, p. 164-172, 2016.

HURTADO- SALAZAR, A. H.; SILVA, D. F. P.; SEDIYAMA, C. S; BRUCKNER, C. H. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero *passiflora* cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.37, n.3, pp.635-643, 2015.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 29 de novembro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutos de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: UFPEL, 2002. 163p.

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

KUSKOSKI, E. M., ASUERO, A. G., TRONCOSO, A. M., MANCINI-FILHO, J., & FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.

LOPES, J. F. **Melhoramento genético** (chuchu, melancia, melão e pepino). Informe Agropecuário, v.8, n.85, p.61-64, 1982.

MANIWARA, P.; NAKANO, K.; BOONYAKIAT, D.; OHASHI, S.; HIROI, M.; TO HYAMA, T. The use of visible and near infrared spectroscopy for evaluating passion fruit postharvest quality. **Journal of Food Engineering**, New York, v.143, p.33-43, 2014.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p. 1254-1255, 1992.

MELETTI, L. M. M. (coord.) **Propagação de Fruteiras Tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

MELETTI, L. M. M.; BERNACCI, L. C.; SOA RESSCOTT, M. D.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; MARTIN S, A. L. M. Variabilidade genética em caracteres morfológicos, agronômicos e citogenéticos de populações de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 275-278, 2003.

MELETTI, L. M. M.; SANTO S, R. R.; MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'composto IAC-27'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 491-498, 2000.

MILLER G. L. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426, 1959.

MILLER, N. J., RICE-EVANS, C. A., DAVIES, M. J., GOPINATHAN, V., & MILNER, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, Londres, n.84, p.407-412, 1993.

MIRANDA, C. E. P. Compostos bioativos do maracujá cobra (*Passiflora trinitae*). 2015. 51 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

NACHBAR, F. R. F. Compostos bioativos presentes em cultivares de maracujá. 2013. 36 f., 2013.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, Kioto, v. 39, n. 10, p. 928-928, 1992.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MÜLLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passifora edulis* f. *favicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.186-188, 2003.

NEGREIROS, J. D. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; ALVARES, V. D. S.; OLIVEIRA, T. K. Caracterização de frutos de progênies de meios-irmãos de maracujazeiro-amarelo em Rio Branco-Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 431-437, 2008.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.546-549, 2007.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential Indicators of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1997.

OLIVEIRA, E. M. S.; REGIS, S. A.; RESENDE, E. D. Caracterização dos resíduos da polpa do maracujá-amarelo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 725-730, 2011.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

ROTILI, M. C. C.; VORPAGEL, J. A.; BRAGA, G. C.; KUHN, O. J.; SALIBE, A. B. Atividade antioxidante, composição química e conservação de maracujá-amarelo embalado com filme de PVC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 942-952, 2013b.

ROTILI, M. C.C., COUTRO, S., CELANT, V. M., ARIANE VORPAGEL, J., BARP, F. K., BUSCH SALIBE, A., & COSTA BRAGA, G. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, 2013a.

RUFINO, M.S.M.; FERNANDES, F.A.N.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S. Free radical-scavenging behavior of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, Barking, v.114, n.2, p.693-695, 2009.

RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. de. Enxertia do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. p.70-92.

SANTOS, J. L.; RESENDE, E. D.; MARTINS, D. R.; GRAVINA, G. D. A.; CENCI, S. A.; MALDONADO, J. F. Determinação do ponto de colheita de diferentes cultivares de maracujá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 7, 2013.

SILVA, R. M da. **Enxertia de cultivares de maracujazeiro amarelo sobre *Passiflora foetida* L.: desempenho agrônômico das cultivares, caracterização morfoagronômica, variabilidade genética do portaenxerto e resistência a fusariose**. 2016. 112 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenoides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 254-258, 2002.

SOUZA, N. B. M. D.; PEREIRA, J. A.; MALHEIRO, R.; LOPES-DA-SILVA, M. F. Composição de frutos de maracujá-roxo, *Passiflora edulis* Sims *edulis*, ao longo da maturação. **Actas Portuguesas de Horticultura**, Lisboa, n. 1, p. 197-204, 2016.

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

TALCOTT, S.T.; PERCIVAL, S.S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.51, n.4, p.935-941, 2003.

UENOJO, M.; MARÓSTICA-JÚNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma, **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.3, p.616-622, 2007.

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**, Barking, v. 106, n. 1, p. 153-157, 2008.

VERAS, M. C. M.; QUEIROZ PINTO, A. C.; MENEZES, J. B. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 959-966, 2000.

VIANNA-SILVA, T.; RESENDE, E.D.; VIANA, A.P.; ROSA, R.C.C.; PEREIRA, S.M.F.; ALMEIDA CARLOS, L.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3. p. 472-475, 2005

VIEIRA, G. P. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e alcaloides em folhas e frutos (pericarpo, polpa e sementes) de *Passiflora* ssp**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos e Nutrição Experimental) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p. 1256-1260, 1992.

WONDRACEK, D.C.; FALEIRO, F.G.; SANO, S.M.; VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T.S. Composição de carotenoides em passifloras do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1222-1228, 2011.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57, p.508-514, 1954.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G; YARIWAKE J. H. Maracujá: um alimento funcional?. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba v. 20 n. 3, p. 459-471, 2010.

CAPÍTULO II / CHAPTER II

CONSERVAÇÃO DO FRUTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO ENXERTADO
SUBMETIDO A ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

*FRUIT CONSERVATION OF GRAFTED PASSION FRUIT SUBMITTED TO MODIFIED
ATMOSPHERE AND REFRIGERATION*

RESUMO

O fruto do maracujazeiro amarelo é a espécie mais consumida e de maior comercialização de Norte a Sul do Brasil. Porém as condições de armazenamento ainda precisam ser estudadas, devido a intensa atividade respiratória e a excessiva perda de água da casca que diminuem a vida útil dos frutos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de conservação de fruto do maracujazeiro amarelo enxertado, submetido a atmosfera modificada e armazenados em temperatura ambiente e refrigerado. Os frutos avaliados estavam desprendidos da planta, com a coloração da casca 75% amarela. Foi realizada uma seleção por uniformidade de tamanho e ausência de defeitos. Posteriormente, os frutos foram lavados e higienizados, e acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, contendo dois frutos cada. Um grupo foi embalado com filme de PVC esticável e outro foi mantido em atmosfera ambiente (não embalado). O armazenamento refrigerado foi em câmara fria ($10^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$) e não refrigerado em temperatura ambiente ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $50 \pm 5\%$). Foram avaliadas características físicas, físico-químicas e perda de massa. Também foi realizada a análise colorimétrica da casca e suco foi realizada quanto a luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e ângulo hue ($^{\circ}\text{h}$). Os efeitos da temperatura de armazenamento afetam apenas a aparência do fruto depreciando-a, não interferindo na qualidade da polpa de maracujá amarelo. O teor de Vitamina C diminui de maneira acentuada independente da forma de armazenamento e uso de embalagens. O tempo de armazenamento e uso do filme PVC não influenciou nos parâmetros colorimétricos de luminosidade e ângulo hue na casca dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado, mas o armazenamento propiciou um aumento na intensidade da cor na casca dos frutos. Os parâmetros colorimétricos do suco não sofreram influência pelo armazenamento e uso de filme PVC.

Palavras Chave: *Passiflora edulis* Sims, armazenamento, atmosfera modificada.

ABSTRACT

The yellow passion fruit is the most consumed and commercialized species from the North to the South of Brazil. However, storage conditions still need to be studied, due to the intense respiratory activity and the excessive loss of water from the bark, which diminish the useful life of the fruits. In this sense, the objective of this work was to evaluate the conservation potential of grafted yellow passion fruit, submitted to modified atmosphere and stored at room temperature and refrigerated. The evaluated fruits were detached from the plant, with the color of the 75% yellow peel. A selection was made for uniformity of size and absence of defects. Afterwards, the fruits were washed and sanitized, and packed in trays of expanded polystyrene, containing two fruits each. One group was packed with stretchable PVC film and another was kept in an ambient (unpacked) atmosphere. The refrigerated storage was in a cold room ($10^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ and UR $90 \pm 5\%$) and not refrigerated at room temperature ($25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ and $50 \pm 5\% \text{RH}$). Physical, physicochemical and mass loss characteristics were evaluated. Colorimetric analysis of the bark and juice was also carried out in terms of luminosity (L^*), chromaticity (C^*) and hue angle ($^{\circ} \text{h}$). The effects of storage temperature only affect the appearance of the fruit depreciating it, not interfering in the quality of the yellow passion fruit pulp. Vitamin C content declines markedly regardless of the form of storage and use of packaging. The time of storage and use of the PVC film did not influence the colorimetric parameters of luminosity and hue angle in the peel of the yellow passion fruit fruits grafted, but the storage provided an increase in the color intensity in the fruit peels. The colorimetric parameters of the juice were not influenced by the storage and use of PVC film.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, storage, modified atmosphere.

1. INTRODUÇÃO

Dentre a diversidade de frutas produzidas no Brasil o maracujá ocupa lugar de destaque, especialmente na fruticultura tropical, um segmento que se expandiu nos últimos 30 anos (MELETTI, 2011). O maracujá amarelo ou amarelo (*Passiflora edulis* Sims) tem maior importância devido a qualidade dos frutos, a divulgação junto aos consumidores e preferência da agroindústria (LENZA et al. 2009).

A aparência é o critério mais utilizado pelos consumidores para avaliar a qualidade dos frutos, de acordo com KRAUSE et al. (2012). A manutenção da qualidade dos frutos depende de uma série de fatores, como estágio de maturação na colheita e condições de armazenamento (ROTILI et al. 2013a).

Na etapa de conservação pós-colheita, as alterações físicas e químicas nos frutos podem ser diminuídas através do uso de embalagens plásticas com modificação passiva ou ativa da atmosfera interna (ARRUDA et al., 2011). Segundo Resende, Vilas Boas e Chitarra (2001) na atmosfera modificada, a atmosfera no interior da embalagem é geralmente, alterada pelo uso de filmes de polietileno, como cloreto de polivinil (PVC), que caracteriza por apresentar uma boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade relativa a O₂ e CO₂.

A embalagem plástica adequada é aquela que propicia uma concentração de O₂ suficientemente baixa para retardar a respiração, porém mais alta que a concentração crítica na qual se inicia a respiração anaeróbica. Todavia, a embalagem ideal não deve permitir o acúmulo excessivo de CO₂ que pode provocar danos no produto embalado (GORRIS e PEPPELENBOS, 1992).

O uso de filme plástico de PVC (policloreto de vinila) é prático e de baixo custo, e tem sido muito utilizado no armazenamento de frutas e hortaliças, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado, de acordo com Rotili et al. (2013b). A eficiência do filme PVC na conservação pós-colheita de frutos tem sido reportada na literatura (CIA et al., 2010; MOTA et al., 2006).

A temperatura de armazenamento apresenta grande influência no metabolismo respiratório do fruto (DURIGAN et al., 2004) e na atividade microbiana (CHITARRA e CHITARRA, 2005), determinando diretamente a sua vida útil pós-colheita.

No maracujazeiro amarelo, uma vez que apresenta alta taxa de perecibilidade, suporta, em condições normais, de 7 a 10 dias em temperatura ambiente. Em temperaturas mais baixas

como 5,6 a 7,2° C e 85 a 90% UR, o tempo de estocagem pode ser de 3 a 4 semanas (SILVA e DURIGAN, 2000). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o fenômeno de alteração pós-colheita mais conhecido no maracujá é o enrugamento dos frutos, que ocorre quando as perdas de água atingem de 3 a 6%, afetando a sua qualidade.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de conservação de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado, submetido a atmosfera modificada e armazenados em temperatura ambiente e refrigerado.

2. MATERIAL E METODOS

Foram utilizados frutos de plantas de maracujazeiro amarelo enxertado, provenientes do primeiro ciclo de produção de um plantio irrigado na Fazenda Mata Fresca Ltda., localizada na zona Rural do Município de Mossoró – RN, situado nas coordenadas 04° 52' 51,9" W e 31° 26' 49,6" S, 18m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw^h, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4° C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa de 68,9% (DIAS et al., 2010).

A colheita foi realizada em março de 2016, em frutos que estavam no estágio III (75% coloração da epiderme amarela), conforme classificação da CEAGESP (2001). Em seguida foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Centro de Pesquisas em Ciências Vegetais do Semi-Árido Nordeste (CPVSA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Foi realizada uma seleção dos frutos para uniformidade de tamanho, com ausência de defeitos. Em seguida, os frutos foram lavados e higienizados numa solução de hipoclorito de sódio a 0,1 mL l⁻¹, por imersão durante três minutos em temperatura ambiente (25 ± 2° C) e secos com papel toalha.

Após a secagem uma parte dos frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, contendo dois frutos cada, e embalados com filme de PVC esticável (12 µm, Flexibag), outra parte não foi colocado o filme de PVC. Em seguida foram instalados dois experimentos: o primeiro em temperatura ambiente a 25 ± 2° C e umidade relativa de 50 ± 5%, e avaliados em intervalos de três dias, por um período de quinze dias. O segundo em câmara refrigerada a temperatura de 10 ± 2° C e umidade relativa de 90 ± 5%, e avaliados em intervalos de seis dias, por um período de 30 dias.

Para ambos os experimentos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 6), 2 tipos de embalagem (com e sem filme de PVC) e seis tempos de armazenamento, com três repetições de 2 frutos.

Nas análises destrutivas, os frutos foram cortados transversalmente com uma faca de aço inoxidável, e a polpa retirada, sendo separado o suco da semente com peneira plástica. As amostras de suco foram acondicionadas em tubo plástico com tampa.

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

- a) Perda de massa (%): determinada através da diferença entre a massa fresca inicial das unidades experimentais e a massa no dia da amostragem.
- b) Enrugamento: foi determinado subjetivamente, através de exame visual, utilizando índice numérico de escalas de notas, onde 1= casca totalmente lisa; 2= mais lisa do que enrugada; 3= porções de casca igualmente lisa e enrugada; 4= mais enrugada do que lisa; 5= totalmente enrugada (ROTILI et al., 2013b);
- c) Firmeza (N): com o auxílio de um penetrômetro (modelo FR-300, Lutron Instruments®) e ponteira de 6mm;
- d) Rendimento de polpa (%): obtido por diferença entre a massa total do fruto e a massa da casca do mesmo;
- e) Rendimento polpa concentrada (suco) (%): obtido por diferença entre a massa total do fruto e a massa da casca, semente e arilo do mesmo;
- f) Espessura da casca (mm): determinada com paquímetro digital de precisão 0,1 mm, com duas leituras em locais opostos da casca;
- g) Teor de sólidos solúveis (%): obtidos pela leitura direta da polpa concentrada em um refratômetro manual (modelo DBR45, Instrutemp®) com precisão de 0,20% (AOAC, 2002);
- h) Acidez titulável (meq L⁻¹): determinada pelo procedimento volumétrico, utilizando-se 1 g da polpa concentrada, em frasco Erlenmeyer de 125 mL, acrescentar a amostra água destilada até o volume final de 50 mL e 2-3 gotas de fenolftaleína, em seguida realizando a titulação com solução de NaOH 0,1 N, da bureta digital (Jecons Digirate Pro®) até a mudança de cor da solução para levemente róseo (IAL, 2005);
- i) pH: determinado com auxílio de potenciômetro de leitura direta (modelo mPA-210 MS TECNOPON®) devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, na polpa concentrada (AOAC, 2002);
- j) Açúcares totais pelo método de Antrona (%): o extrato foi obtido da diluição de 0,25 g da polpa, dos quais tomou-se uma alíquota de 0,05 mL e a este volume foi adicionado 0,95 mL de água destilada e 2,00 mL de Antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), procedendo-se à reação em banho-maria a 100°C por 8 minutos e resfriadas em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Spectrum Meter®) a 620 nm (YEMN e WILLIS, 1954);

- k) Vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$): Utilizou-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5%, 5 mL desta solução foi diluída em água destilada até 50 mL e realizada a titulação, em seguida (STROHECKER e HENNING, 1967);
- l) Índice de Degradação Patogênica: As amostras de cada repetição foram avaliadas visualmente, e a incidência de patógenos foi estimada por um índice de acordo com uma escala de quatro pontos, em que 0 = sadio ou nenhum fruto atacado; 1 = leve incidência, menor que 25% da superfície dos frutos atacados; 2 = incidência moderada, cobrindo superfície maior que 25%, mas inferior a 50% da superfície dos frutos; 3 = incidência severa, cobrindo mais de 50% da superfície dos frutos. Sendo calculado de acordo com a fórmula $(1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3) \times [100 \div (3 \times N)]$; N é o número total de frutos avaliados (10 frutos) e N1, N2 e N3 o número de frutos atacados por nota de incidência (1; 2 ou 3) (CAO et al., 2011);
- m) A análise colorimétrica foi realizada na casca e polpa concentrada (suco) com o auxílio do colorímetro marca Minolta (modelo CR-300), calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação e expressa no módulo L., a^* e b^* (Figura 1). O Croma $[(a^* \cdot 2 + b^* \cdot 2) / 2]$ e Ângulo hue $[\text{arco tangente } (b^*/a^*)]$ foram posteriormente calculados (McGUIRE, 1992). Para a extração da polpa, os frutos foram cortados transversalmente com uma faca de aço inoxidável, e a polpa retirada, sendo separado o suco da semente com peneira plástica. Para definir a coloração do suco se fez a leitura com o colorímetro a 1 cm da sua superfície.

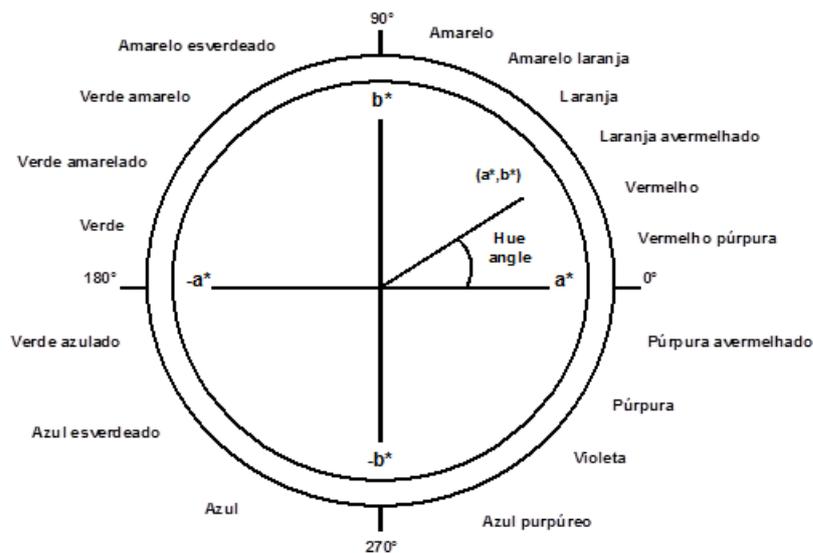


Figura 1 – Sequência Hue e orientação do ângulo Hue no Diagrama CIELAB com a sequência das nuances de cores (VOSS, 1992).

No início dos experimentos os frutos foram caracterizados quanto a massa (g), comprimento e diâmetro (mm) e os resultados estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e $50 \pm 5\% \text{UR}$ e $10 \pm 2^\circ \text{C}$ e $90 \pm 5\% \text{UR}$. Mossoró – RN, 2016.

Tipo de Armazenamento	Massa (g)		\bar{X}	Comprimento (mm)		\bar{X}	Diâmetro (mm)		\bar{X}
	I-NE	II-EM		I-NE	II-EM		I-NE	II-EM	
	Ambiente	0,173	0,163	0,168	91,32	90,87	91,09	78,65	79,03
Refrigerado	0,167	0,186	0,178	93,82	90,88	92,35	77,77	78,03	77,90

* NE = Não embalado; EM = Embalado; Médias.

Os dados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos e comparação de médias com auxílio do programa estatístico SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa foi influenciada pelo tempo ($p \leq 0,01$) e uso da embalagem ($p \leq 0,05$) no armazenamento estudado em temperatura ambiente ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 5\% \text{ UR}$). A diminuição de massa fresca do fruto está associada a perda de água, sendo maior nos frutos não embalados (28,30%) do que nos embalados com PVC (22,47%) ao final dos 15 dias de armazenamento (Figura 2), mostrando a suscetibilidade dos frutos a esse dano físico.

Rotili et al. (2013a), observaram que em frutos de maracujazeiro amarelo em estágio de maturação verde-amarelo, sem atmosfera modificada (sem embalagem) e armazenados a 24°C apresentaram um rápido processo de desidratação, o que pode ser observado também na presente pesquisa.

A perda de massa observada foi menor quando comparada ao uso de revestimentos como a solução de cloreto de cálcio (31,11%) e película de fécula de mandioca (32,85%) testados por Silva et al. (2009) que avaliaram revestimentos alternativos como a cera de carnaúba, látex de seringueira, cloreto de cálcio e fécula de mandioca na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo armazenado sob temperatura ambiente de $26 \pm 3^\circ \text{C}$ e 85-90 %, durante 15 dias.

Autores testando o uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo obtiveram uma redução significativa na perda de massa em frutos dos tratamentos com a embalagem saco plástico poliolefínico (0,86%) e na associação entre a cera de carnaúba embalagem (0,81%), em temperatura de 20 a 25°C e umidade relativa de 70-85%, após nove dias de armazenamento (MOTA et al., 2006) e testando diferentes tipos de cera e filme plástico de poliolefina em temperatura ambiente em frutos de maracujazeiro amarelo, observaram que o filme plástico foi o mais eficiente na redução da perda de matéria fresca em comparação com frutas em cera e controle (água), pois após 24 dias de armazenamento, essa perda foi de apenas 0,96% (MOTA et al., 2003). Estes resultados sugerem que as embalagens plásticas são eficientes como barreira para a desidratação dos frutos.

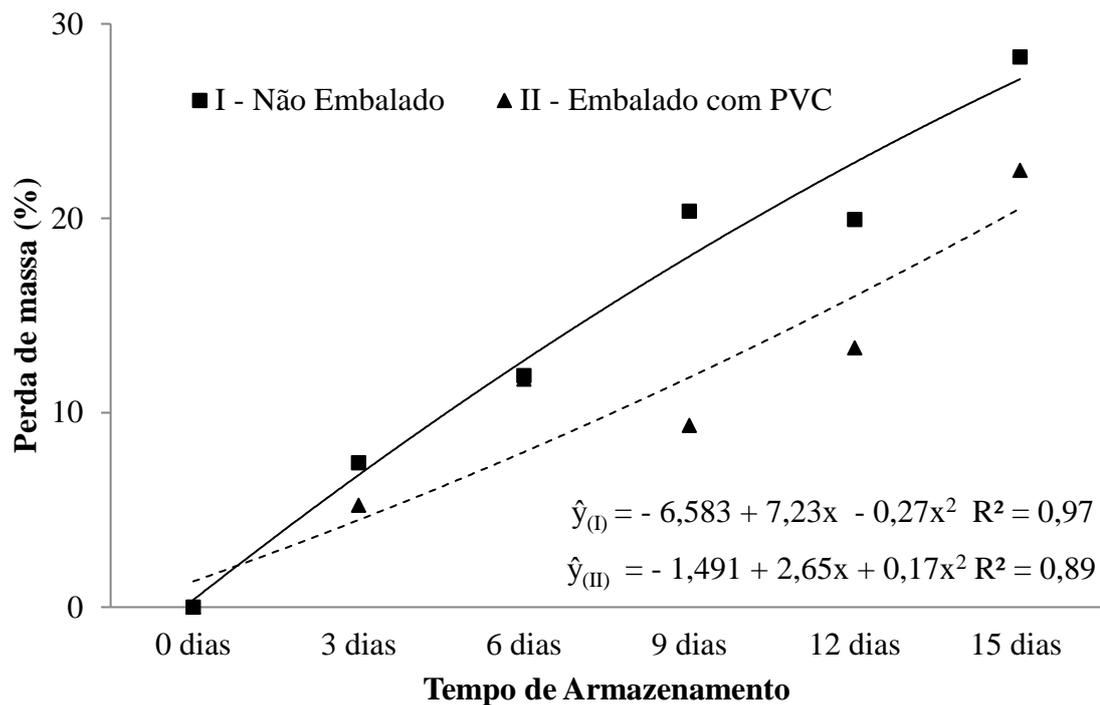


Figura 2. Perda de massa (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

No armazenamento em câmara fria, a perda de massa foi influenciada pelo tempo de armazenamento ($p \leq 0,01$) e uso de embalagem ($p \leq 0,05$). Os frutos não embalados perderam em média 12,53% de sua massa, enquanto que os embalados 5,85%. No final do armazenamento, aos 30 dias, a perda de massa foi de 23,12% para os não embalados e 9,89% para os embalados (Figura 3).

A perda de água do fruto, que leva ao enrugamento, é influenciada por vários fatores, entre eles o estágio de maturação, relação superfície/volume, temperatura e umidade relativa do ambiente (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Rotili et al. (2013a), observaram que frutos armazenados a 5°C apresentaram maior retenção de massa fresca, mantendo-se mais túrgidos e com melhores condições de comercialização, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho., o que foi observado no presente trabalho.

Rotili et al. (2013b) observaram que em frutos de maracujazeiro embalados com PVC e armazenados em câmara fria a temperatura de 5°C ± 2°C e umidade relativa de 77% ± 3%, a perda de massa foi de 10,43% aos 40 dias de armazenamento, enquanto nos frutos não embalados a perda de massa foi de 43,93%. Resultados superiores aos encontrados nesta

pesquisa, com média de 23,12 % para os não embalados e 9,89% para os embalados armazenados em câmara fria ($10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR) aos 30 dias.

Para Cia et al. (2010), a perda de massa fresca de frutos embalados com filmes plásticos está diretamente relacionada à taxa de transmissão de vapor d'água da embalagem, ou seja, quanto menor a taxa de transmissão, menor o déficit de pressão de vapor d'água e maior a umidade relativa no interior da embalagem, o que reduz a taxa de transpiração das frutas. Comportamento que pôde ser constatado nesta pesquisa, nos tratamentos em que os frutos foram embalados com filme de PVC a perda de massa fresca foi significativamente menor.

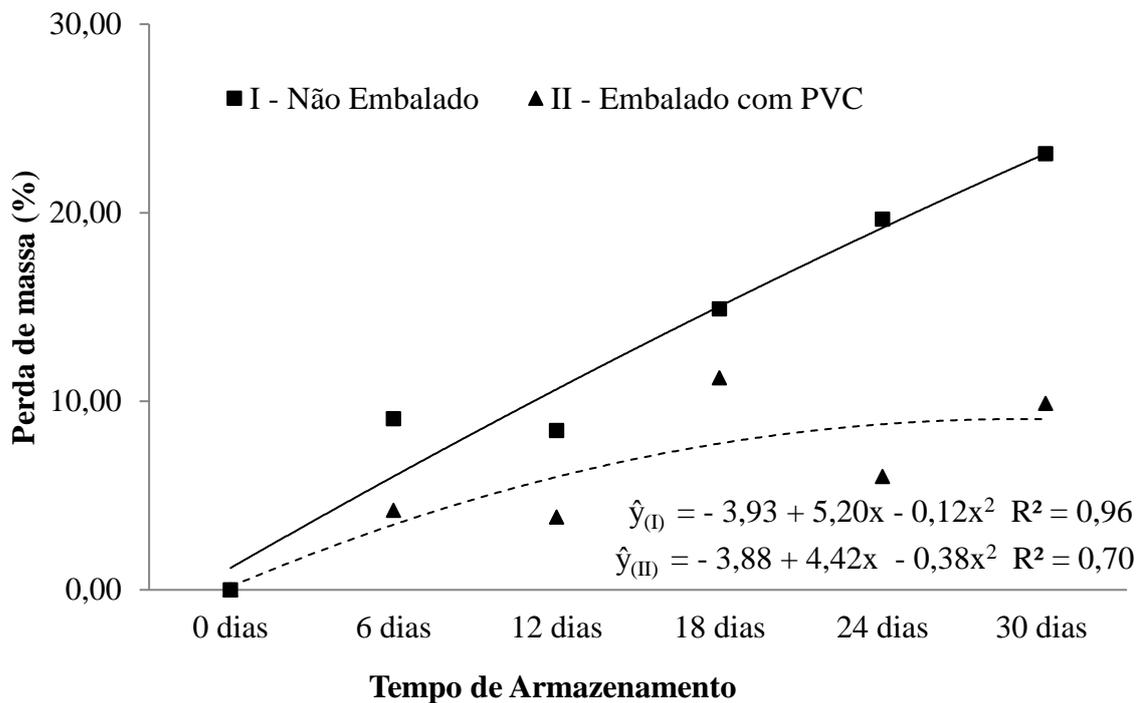


Figura 3. Perda de massa (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

Santos et al. (2008), adotaram que para o maracujazeiro amarelo a perda máxima aceitável seria de 5% da massa do fruto, ocorrendo de forma linear durante o armazenamento, o que foi alcançado entre 5 a 7 dias de armazenamento de progênies colhidas com 25 e 50% da coloração da casca amarela e ainda aderidos à planta-mãe. Desta forma, nos frutos armazenados em condição ambiente recobertos com PVC seria ao 3º dia de armazenamento com 5,23%, enquanto que no mesmo período os sem embalagem perderam 7,42%, estando fora da perda

máxima aceitável. Em armazenamento refrigerado e embalados com PVC os frutos ficaram dentro o limite recomendado até o 12º dia de armazenamento (Figura 4).

Paralelamente com a perda de massa, observa-se que a partir do 9º dia (Figura 5) os frutos apresentaram índice de enrugamento 5 (superfície da casca totalmente enrugada) para os embalados e não embalados armazenados em temperatura ambiente. Assim, a aparência dos frutos em relação ao enrugamento ficou adequada até o 3º dia em que a casca mais lisa do que enrugada (índice 2) acompanhando a perda de massa de até 5%.

Mota et al. (2003), relataram um baixo índice de enrugamento (0,24), com menos de 3% de perda de volume em frutos embalados com filme de plástico de poliolefina, mantendo um aspecto mais turgido e melhores condições de comercialização até 24 dias de armazenamento. Rotili et al. (2013a) o enrugamento aumentou durante o armazenamento a 24º C e atingiu o nível mais elevados (nota 5) aos 20 dias.

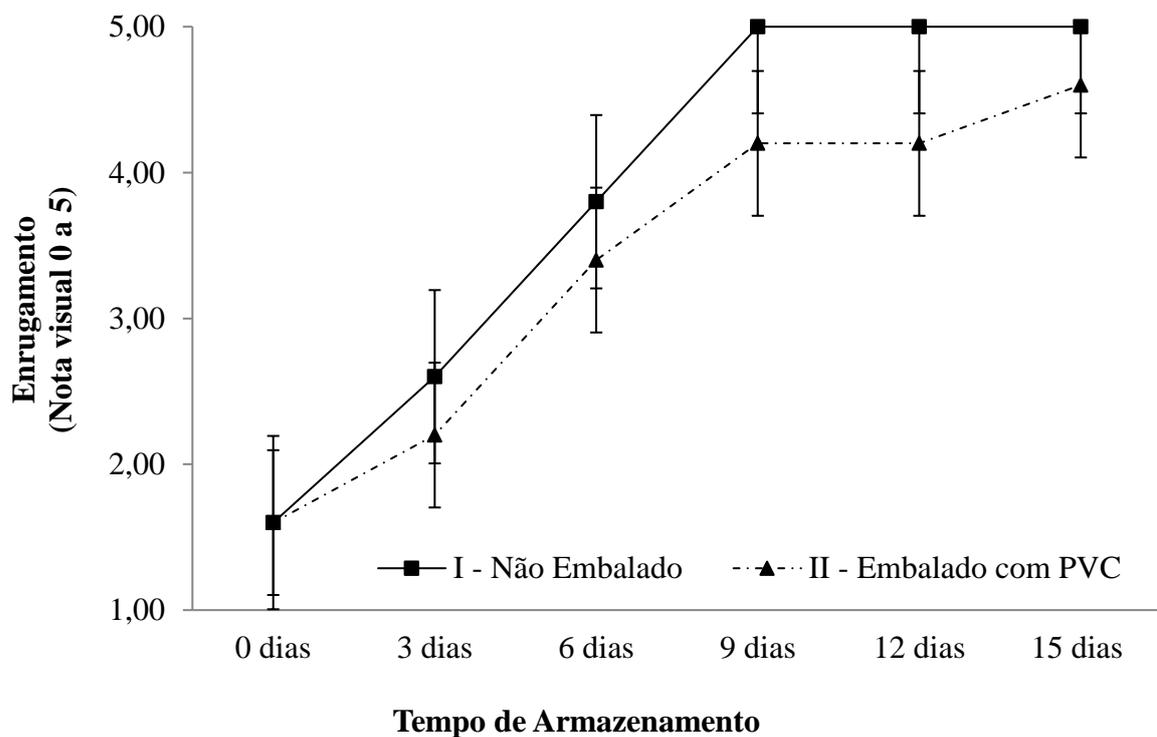


Figura 4. Enrugamento em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.



Figura 5. Aparência dos frutos de maracujazeiro amarelos enxertados submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

No armazenamento refrigerado o índice de enrugamento foi crescente para os frutos não embalados, atingindo o maior índice (5) aos 30 dias de armazenamento (Figura 6), acompanhando a perda de massa. Enquanto que os frutos embalados com PVC mantiveram sua casca lisa até o fim do período de armazenamento (Figura 7), embora que a perda massa máxima adotada de 5% foi aos 12 dias de armazenamento.

Nos frutos avaliados por Rotili et al. (2013b), os embalados com PVC tiveram índice de enrugamento 3 (porções de casca igualmente lisa e enrugada) e não embalados índice 5 (superfície da casca totalmente enrugada) aos 40 dias de armazenamento. Rotili et al. (2013a)

observaram que temperatura de 5° C desacelerou o processo de enrugamento da casca, o índice máximo (5) foi alcançado aos 30 dias de armazenamento.

Esses resultados da perda de massa e enrugamento dos frutos sugere que o uso PVC foi significativamente eficiente durante o período de armazenamento, especialmente quando armazenados em câmara fria. O controle da perda de massa e do enrugamento do maracujá-amarelo tem fundamental importância, pois sua comercialização é feita pelo peso e aparência, justificando o uso do PVC (ROTILI et al., 2013b).

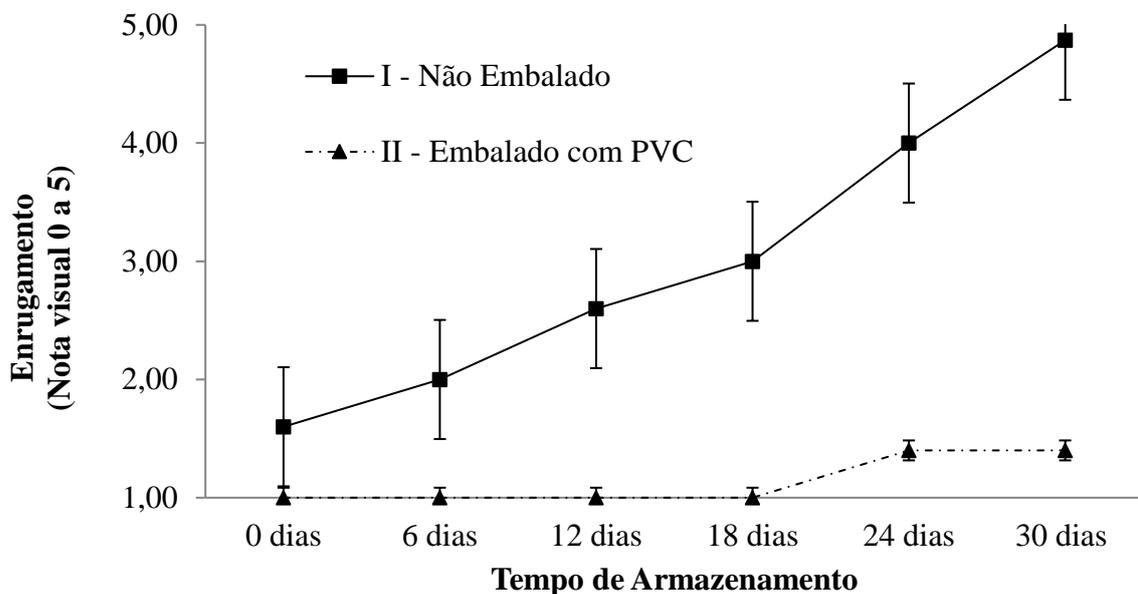


Figura 6. Enrugamento em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

Quanto a firmeza da casca, para os frutos armazenados em temperatura ambiente não foram encontrados efeitos significativos, assim a média foi de 18,48 N. No armazenamento refrigerado o efeito significativo foi para embalagem ($p \leq 0,01$), onde os embalados com filme de PVC obtiveram a média 19,61 N e os não embalados 25,25 N. Esse resultado acompanha o comportamento da perda de massa, pois os frutos não embalados perdem mais água e dão a impressão que são mais firmes, no entanto eles são mais secos, enrugados e com a casca mais fina.



Figura 7. Aparência dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

A espessura da casca foi influenciada pelo tempo ($p \leq 0,05$) nas no armazenamento em condição ambiente, que reduziu cerca de 32,5%, atingindo 4,8 mm ao final do período avaliado (Figura 8). Nos frutos armazenados em câmara fria, o tempo de armazenamento foi significativo ($p \leq 0,05$), obtendo uma redução de 51,5% na espessura da casca, alcançando 4,25 mm aos 30 dias de armazenamento (Figura 9).

Comportamento semelhante foi encontrado por Hafle et al. (2010) em frutos de maracujá tratados com cera e armazenados em temperatura ambiente que mostrou uma redução em relação ao tempo de armazenamento, sendo de 5,81 mm na colheita para 5,14 mm aos 12 dias de armazenamento.

Vianna-Silva et al. (2010) afirmam que a redução da espessura da casca pode contribuir para o aumento no rendimento do suco de maracujás, provavelmente por transferência de água da casca para polpa durante o amadurecimento.

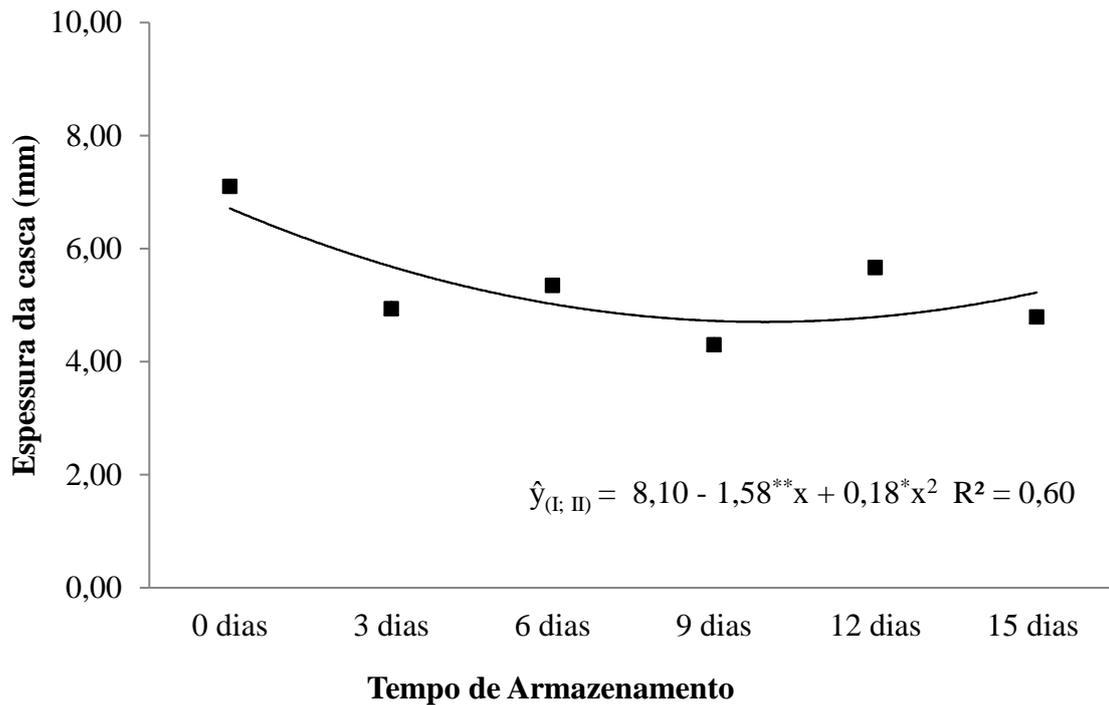


Figura 8. Espessura da casca (mm) em frutos de maracujazeiro amarelos enxertados submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR por 15 dias. Mossoró-RN, 2016.

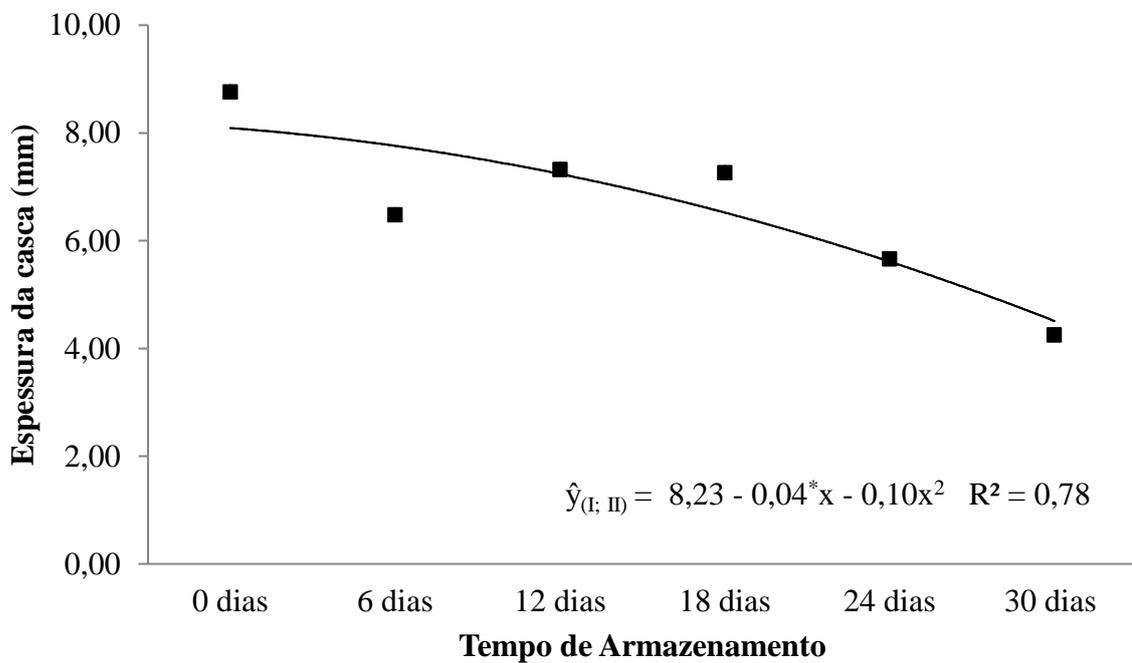


Figura 9. Espessura da casca (mm) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

Para o rendimento de polpa nos frutos armazenado em temperatura ambiente não foram encontrados efeitos significativos e a média obtida foi de 59,63%. Enquanto que para os frutos armazenados em ambiente refrigerado, por 30 dias, a interação (embalagem x tempo) foi significativa ($p \leq 0,01$), mas não foi encontrada uma equação de regressão que ajustável.

No armazenamento em câmara fria, o maior rendimento de polpa foi alcançado aos 24 dias de armazenamento (67,39%) para os frutos não embalados. Para os frutos embalados o maior rendimento foi aos 12 dias de armazenamento com 63,84% e ao final dos 30 dias atingiu 56,86%. Negreiros et al (2007) relatam que quanto menor a espessura da casca maior o rendimento da polpa, o que pode ser constatado neste trabalho. Para Silva et al (1999), o aumento no rendimento de polpa dos frutos durante o armazenamento deve-se à maior desidratação da casca em relação à polpa.

Gomes et al. (2006) encontraram as médias 33,17 % ($\pm 5,23$) e 34,79 % ($\pm 4,58$) para frutos de maracujazeiro amarelo seleção AFRUVEC armazenados em caixas cobertas e caixas descoberta, respectivamente, e observaram que não houve diferença de rendimento de extração da polpa ao longo dos 5 dias de armazenamento. Farias et al. (2007) não observaram diferenças estatísticas quanto ao rendimento de polpa de frutos comercializados em supermercados e feira livre em Rio Branco - AC, obtendo a média de 44,43%.

Quanto ao rendimento de suco (sem sementes e arilo), não foi observado efeitos significativos para os fatores estudados em ambos os tipos de armazenamentos (ambiente e refrigerado). Para os frutos armazenados em temperatura ambiente a média de rendimento de suco foi de 37,5% e para os armazenados sob resfriamento a média foi 37,2%.

Os valores obtidos são semelhantes aos encontrados por Hafle et al. (2010), que constataram um aumento no rendimento de suco de 32,81 para 35,84% em frutos tratados com cera e armazenados sob condição ambiente. Coelho, Cenci e Resende (2011) observaram que a partir do estágio 3 (30,7% de cor amarela), que os frutos atingiram as maiores médias dos valores de rendimento em suco com 39,2%, ao final da estocagem.

O teor de sólidos solúveis não foi influenciado pelos fatores estudados, em ambas as formas de armazenamento (ambiente e refrigerado). Para os frutos armazenados em temperatura ambiente a média obtida foi de 14,73% e para os frutos armazenados sob refrigeração foi de 15,18%.

Hafle et al. (2010) observaram que ocorreu redução nos valores dos sólidos solúveis (14,86 para 13,73 %) frutos de maracujazeiro-amarelo tratados com cera e armazenados sob

condição ambiente. Na pesquisa de Mota et al. (2006), o tempo de armazenamento influenciaram o teor sólidos solúveis na polpa diminuíram ao longo do período avaliado de 12 dias.

Para a acidez titulável no armazenamento em temperatura ambiente não foram encontrados efeitos significativos, a média geral ficou em 2,74%. Para os frutos armazenados em ambiente refrigerado a interação (embalagem x tempo) foi significativa ($p \leq 0,01$). Os dados dos frutos embalados com PVC embora significativos, não se adequaram a nenhum modelo de regressão (média 2,94%), conforme Figura 10.

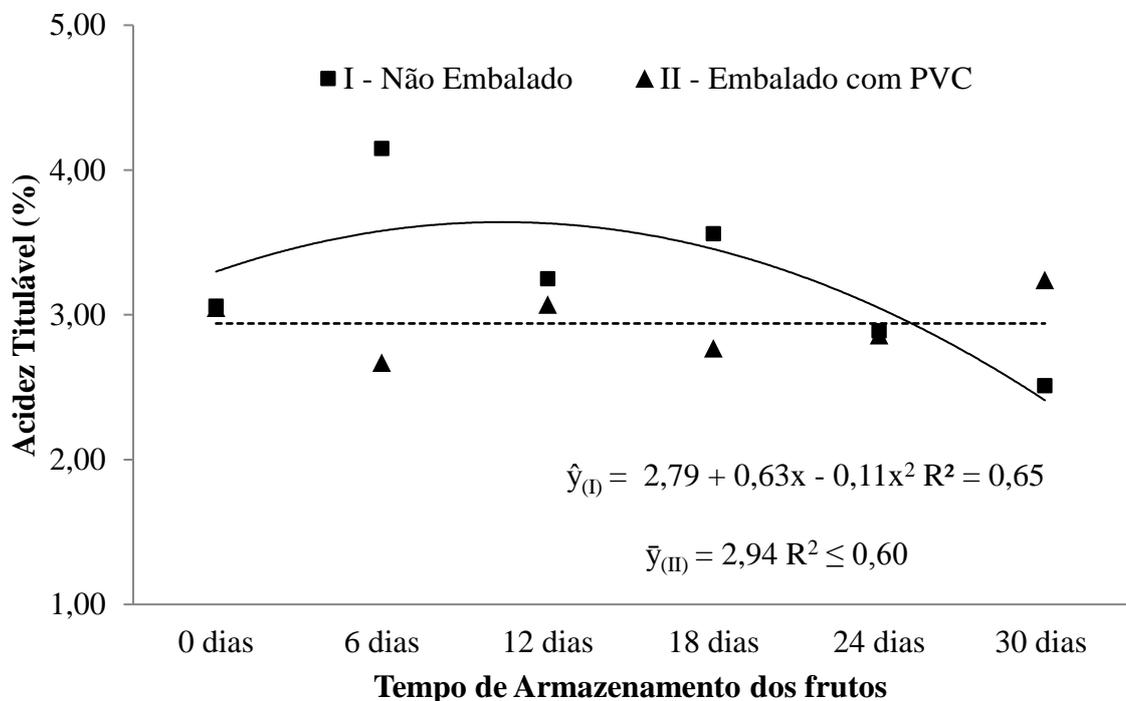


Figura 10. Acidez titulável (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

Os frutos armazenados sob refrigeração e sem embalagem apresentaram um aumento na acidez até o sexto dia de armazenamento (4,15%) e depois um decréscimo até o fim do armazenamento, onde obteve o valor de 2,51%. Resultados semelhantes foram observados por Hafle et al. (2010), onde houve uma redução da acidez total de 4,68 para 4,10% durante o armazenamento (12 dias) dos frutos de maracujazeiro-amarelo tratados com cera e armazenados sob condição ambiente.

Mota et al. (2003) relataram uma redução linear nos sólidos solúveis totais e a acidez titulável foi verificada ao longo do período de armazenamento (24 dias), a qual os autores atribuem a migração da água da casca para a polpa.

Gama et al. (1991) observaram uma redução na acidez e no teor de sólidos solúveis dos frutos armazenados à temperatura de 6° C e concluiriam que esse comportamento ocorre devido a utilização dos ácidos e dos açúcares como substrato respiratório durante o armazenamento. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), durante a maturação dos frutos, uma das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares (glicose, frutose e sacarose), o qual ocorre simultaneamente com a redução da acidez. Para os sólidos solúveis não foi observado tal comportamento no presente trabalho.

O Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003) estabelecem o valor padrão mínimo de 2,5% para a acidez titulável e 11% de sólidos solúveis para o suco de maracujá, assim, os frutos estudados em ambas as condições de armazenamento atenderam os padrões mínimos exigidos pela legislação.

No armazenamento em temperatura ambiente, o pH foi significativo para a interação (embalagem x tempo) ($p \leq 0,01$) e tempo ($p \leq 0,01$). Observa-se que houve um aumento do pH durante o tempo de armazenamento para os frutos não embalados, variando 2,87 a 3,12 aos 15 dias. Para os frutos embalados, não foi encontrada uma equação da regressão que ajustasse, portanto, a média foi de 2,96 (Figura 11).

No armazenamento refrigerado a interação (embalagem x tempo) ($p \leq 0,01$) e tempo ($p \leq 0,05$), mas não foi encontrada uma equação da regressão que ajustasse, portanto, as médias foram de 2,94 e 2,99 para os frutos não embalados e embalados com PVC, respectivamente.

Resende, Vilas Boas e Chitarra (2001) observaram que o pH se manteve constante durante o armazenamento, variando de 2,50 aos 7 dias, para 2,53 aos 35 dias. Gomes et al. (2006) não observaram diferenças significativas no pH entre os frutos cobertos e descobertos quando comparados em cada período e ao longo dos 5 dias após a colheita.

Tavares et al. (2003), afirmam que a redução da acidez fez elevar o pH dos frutos armazenados de maracujazeiro-amarelo, este comportamento corroborado por este trabalho.

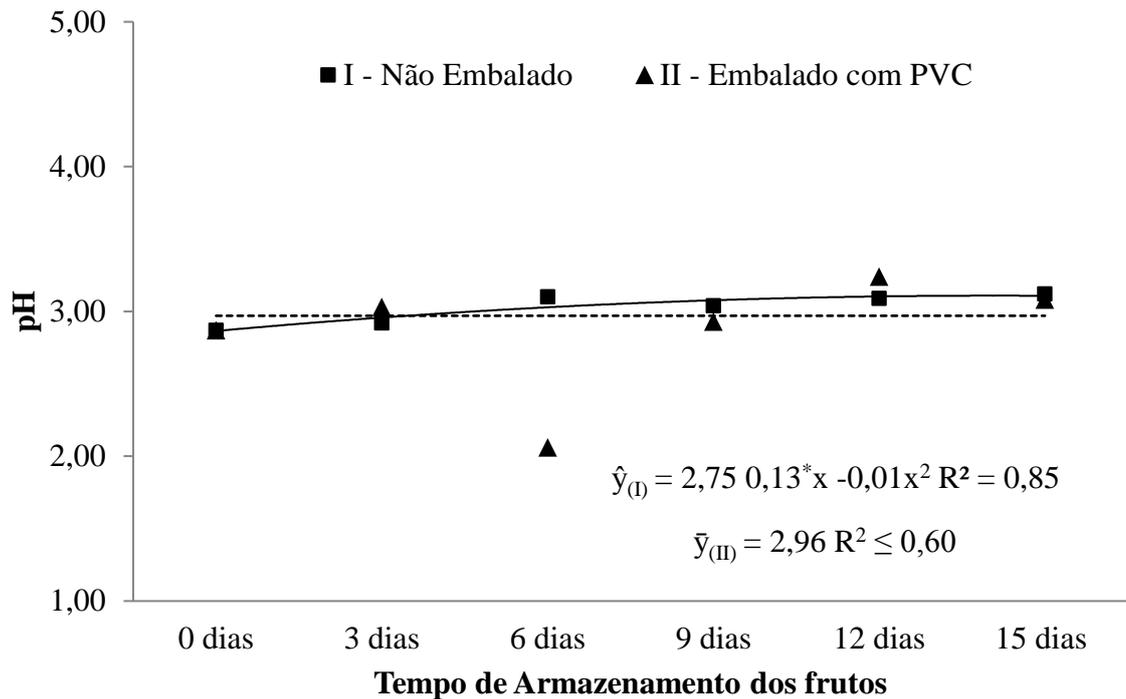


Figura 11. pH em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

Houve diferença significativa para o fator tempo ($p \leq 0,01$) nos açúcares totais nos frutos armazenados em temperatura ambiente (Figuras 12). Para os frutos armazenados em temperatura ambiente, o valor máximo foi de 18,65% aos 15 dias e no intervalo entre o início e o fim do período avaliativo houve uma redução no teor de açúcares totais.

Os frutos mantidos sob refrigeração, os açúcares totais foram influenciados tempo ($p \leq 0,01$) (Figura 13). O seu maior teor foi obtido no primeiro dia de avaliação (tempo 0) com 17,66%. E variando no decorrer do tempo de armazenamento.

Gama et al (1991) observaram que os teores de açúcares totais diminuíram passando de 9,27 % no 14º dia de armazenamento para 8,60% no 28º dia de armazenamento, e 8,41 no 42º dia de armazenamento. Entretanto, Resende, Vilas Boas e Chitarra (2001), observaram que comportamento dos teores de açúcares solúveis totais foram semelhantes aos sólidos solúveis totais, reduzindo-se de 8,76 % de glicose aos 7 dias para 7,46 % aos 35 dias de armazenamento em frutos embalados com filme de PVC, tratados com benomyl a 1%, com ou sem absorvedor de etileno (Green keeper) e armazenados em câmara fria.

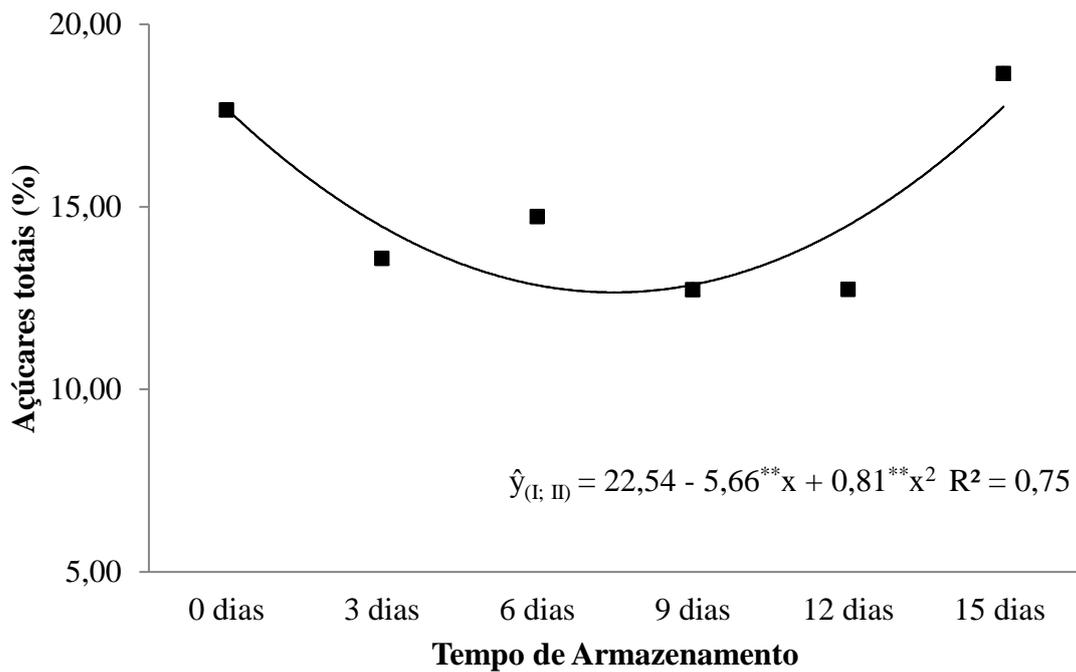


Figura 12. Açúcares Totais (%) em frutos de maracujazeiro amarelos enxertados submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

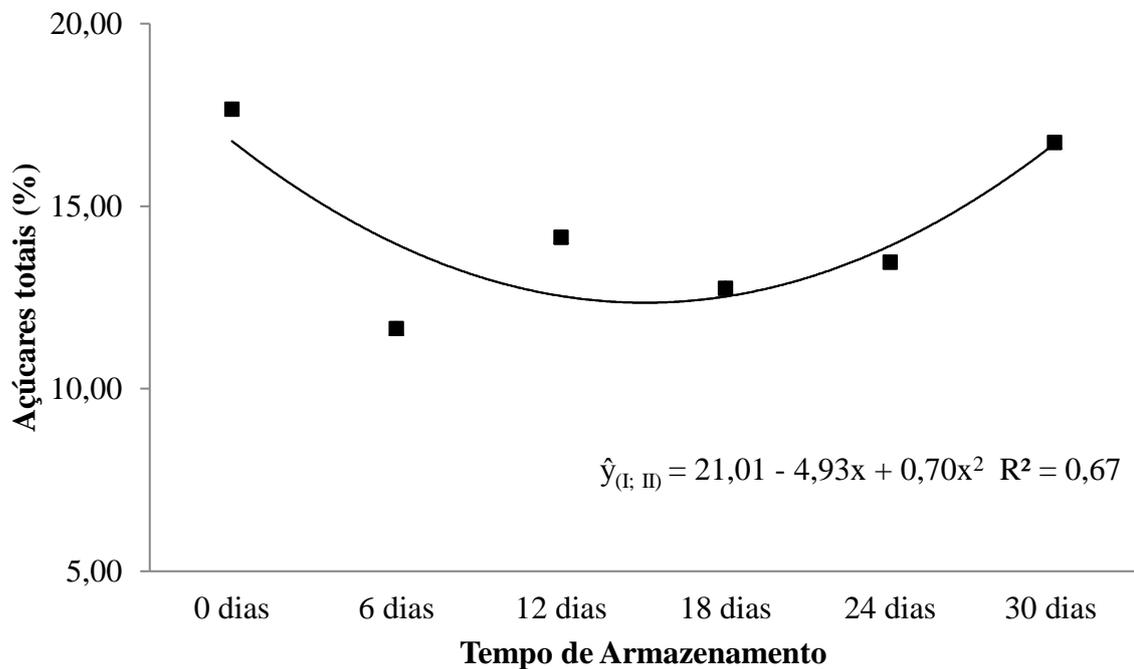


Figura 13. Açúcares Totais (%) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

Os valores obtidos para açúcares totais nesta pesquisa estão de acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecidos para polpa de maracujá amarelo (BRASIL, 2000), que permite o máximo 18% de açúcares solúveis naturais.

O teor de Vitamina C (ácido ascórbico) foi influenciado pelo tempo ($p \leq 0,01$) em ambas as condições de armazenamento. Houve degradação no teor de vitamina C nas duas formas de armazenamento. Durante armazenamento em temperatura ambiente a redução foi de 42,02 mg 100g^{-1} para 10,33 mg 100g^{-1} , cerca de 75% (Figura 14). Nos frutos armazenados em câmara fria a redução foi em torno de 52% (Figura 15).

O comportamento do ácido ascórbico em frutos de maracujazeiro durante o armazenamento é estudado por diversos autores. Rotili et al. (2013a), observaram que até os 10 dias de armazenamento, houve decréscimo de ácido ascórbico do suco a 24° C e acréscimo a 5° C. Rotili et al. (2013b) relatam um aumento significativo no teor de ácido ascórbico até o 20° dia de armazenamento (33,58 mg 100mL^{-1}), seguido de decréscimo até o 40° dia (21,67 mg 100mL^{-1}).

Contrariando os resultados obtidos no presente trabalho, na pesquisa de Silva et al. (2009), o tempo de armazenamento influenciou os teores médios de ácido ascórbico, que aumentaram 18,5%, de forma linear com o decorrer do armazenamento. Mota et al. (2003) também observaram um aumento linear no teor de ácido ascórbico com o tempo de armazenamento e justificou que provavelmente ocorreu devido ao fato de que as frutas armazenadas em condições de temperatura ambiente passaram por um processo de senescência, mas a síntese de ácido ascórbico foi pouca e a utilização desse ácido foi reduzida.

Cunha et al. (2014), afirmaram que a temperatura a que o produto é exposto é considerada um importante fator de influência na degradação do ácido ascórbico. Embora, de modo geral, a estabilidade da vitamina C aumente com o abaixamento da temperatura e a maior perda ocorra durante o aquecimento dos alimentos, existem casos de perda durante o congelamento ou armazenamento em baixas temperaturas (PINEDO, 2007).

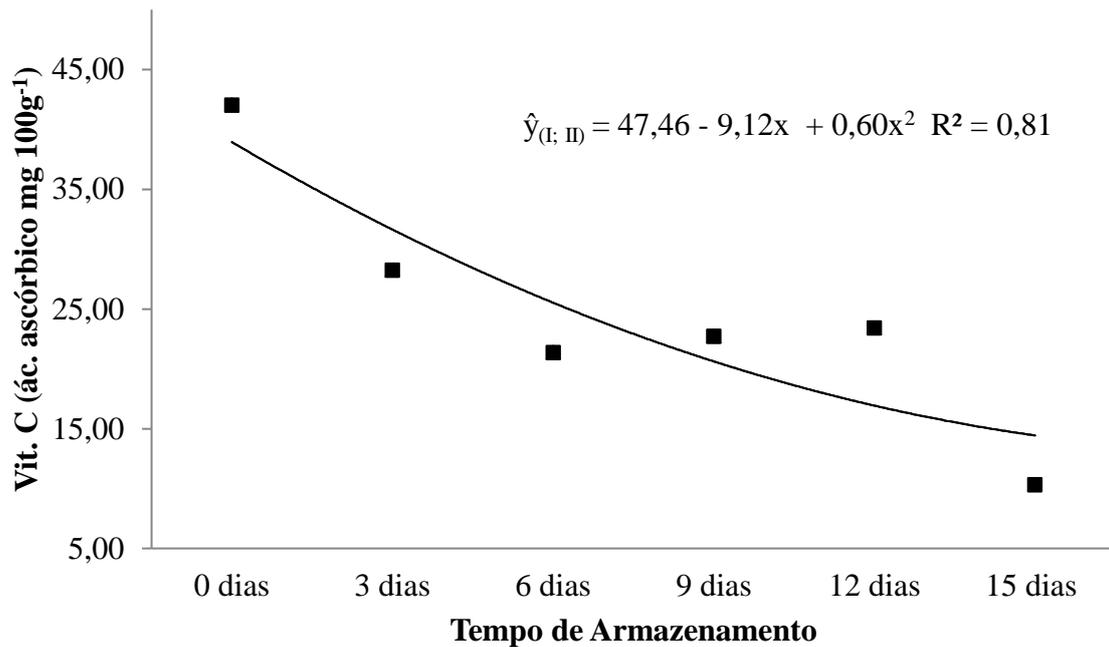


Figura 14. Vitamina C (mg 100 g⁻¹) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

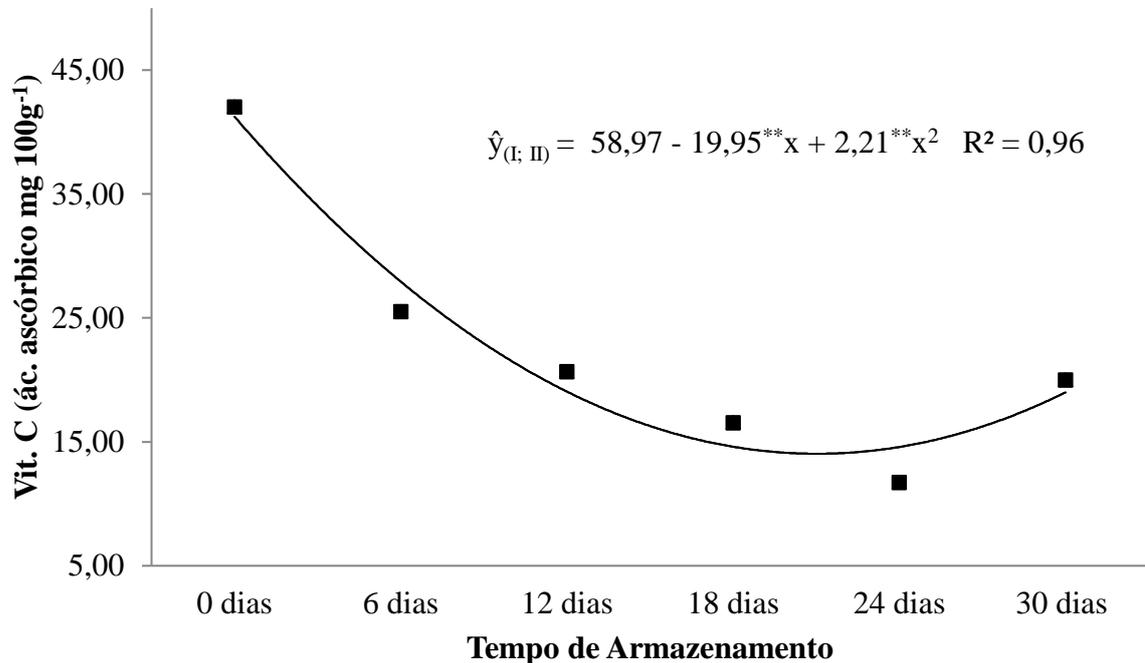


Figura 15. Vitamina C (mg 100 g⁻¹) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

A qualidade microbiológica dos frutos foi avaliada com base no índice de degradação patogênica, determinado durante o armazenamento e representado numa escala percentual. Os dados observados refletem o nível de degradação por patógenos de acordo com a severidade de ataque superficial em cada fruto e com o número de frutos atacados. Os sintomas foram identificados como de *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. e *Lasiodiplodia theobromae*.

Em ambas as temperaturas de armazenagem (ambiente e refrigerado) houve aumento significativo no índice de degradação patogênica no final do período de avaliação (15 e 30 dias). No armazenamento em temperatura ambiente os frutos embalados com PVC apresentaram 11,10% de sintomas de ataque de patógenos nos frutos, enquanto que os não embalados apresentaram 5,60% de sintomas (Figura 16).

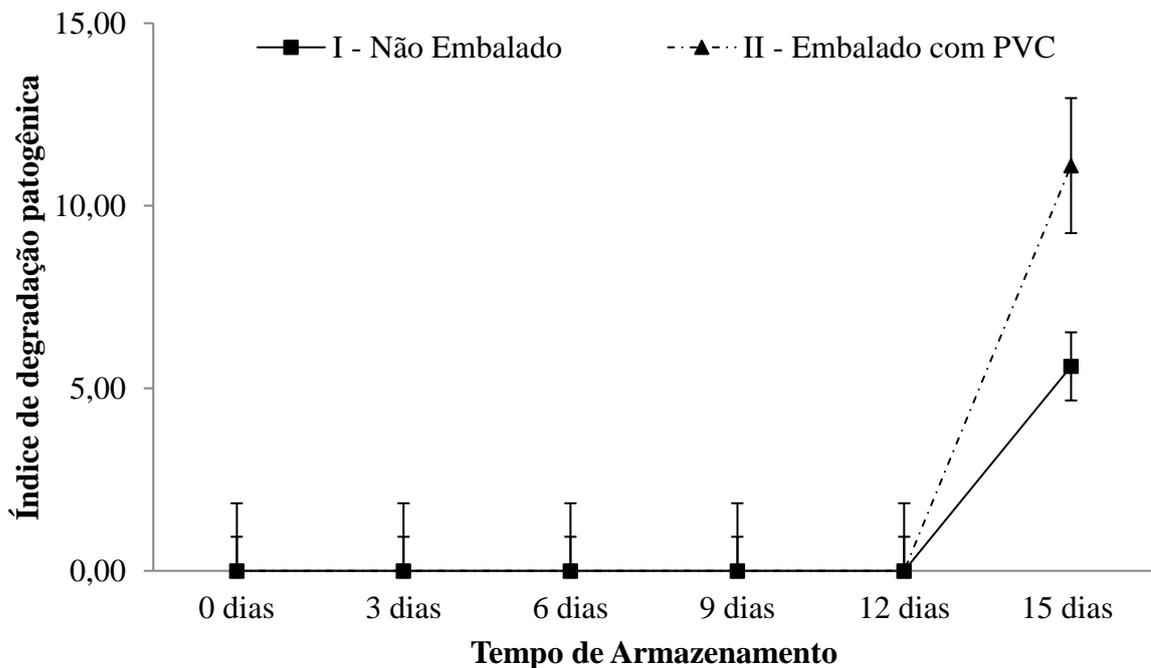


Figura 16. Índice de degradação patogênica em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

Os frutos armazenados sob refrigeração e embalados com PVC apresentaram 16,67% de sintomas nos frutos. Enquanto que os não embalados apresentaram 11,11% de sintomas (Figura 17).

Estes resultados mostram que o uso do PVC não foi eficiente em inibir o desenvolvimento de sintomas de patógenos durante o período avaliado, possivelmente pelo

aumento da unidade relativa no interior da embalagem. Corroborando com Rotili et al. (2013b), que verificaram que a degradação patogênica ocorreu apenas após 30 dias de armazenagem, com 16,67% de sintomas para frutos embalados com PVC e aos 40 dias nos frutos não embalados, obtendo 50% dos frutos com sintomas.

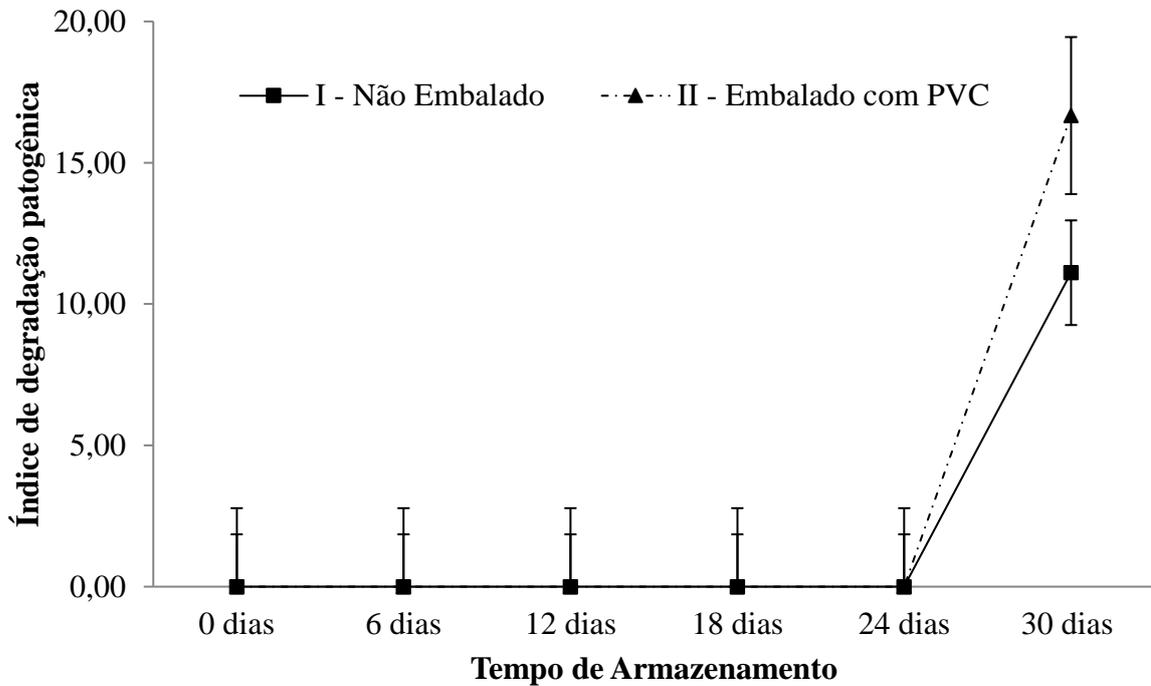


Figura 17. Índice de degradação patogênica em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenados a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

Em relação a temperatura de armazenamento, Rotili et al. (2013a) notaram o efeito inibidor da refrigeração sobre o desenvolvimento de patógenos no maracujá-amarelo, pois os frutos armazenados a 24°C apresentaram índices de degradação de 16,7 % aos 10 dias, enquanto que a 5°C os mesmos índices foram encontrados aos 30 dias de armazenagem. Os maiores índices de degradação patogênica (50%) foram encontrados nos frutos armazenados a 24°C aos 20 dias e a 5°C aos 40 dias.

A aplicação da atmosfera modificada passiva, pelo uso de filmes plásticos, para reduzir a degradação pós-colheita de frutas por patógenos, também tem sido reportada por diferentes autores nas culturas da laranja, manga e banana (LIMA et al., 2005; JERONIMO et al., 2007; ARRUDA et al., 2011), o que foi observado parcialmente nesta pesquisa.

Quanto a coloração da casca dos frutos, os resultados para os parâmetros de Luminosidade (L) e ângulo hue para a casca dos frutos armazenados em temperatura ambiente por 15 dias (Tabela 2) e armazenados sob refrigeração por 30 dias (Tabela 3) não variaram significativamente, enquanto que a Cromaticidade foi significativa para o tempo ($p \leq 0,01$).

Observa-se que a luminosidade da casca não foi influenciada pela embalagem e pelo tempo de armazenamento. Diferente do que foi constatado por Vianna-Silva (2008) que observou o aumento da luminosidade da casca do fruto de maracujazeiro amarelo até o 6º dia de armazenamento e a partir do 9º dia apresentou uma redução, que deve ter ocorrido devido à intensa perda de massa do fruto e ao aparecimento de manchas escuras na casca ao final do período de estocagem.

Tabela 2 – Cor – luminosidade (L*) e ângulo hue (°h) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016

Tempo de Armazenamento	L*		\bar{X}	°h*		\bar{X}
	I-NE	II-EM		I-NE	II-EM	
0 dias	83,39	83,30	83,35	88,56	88,56	88,56
3 dias	84,30	84,04	84,17	88,09	89,30	88,70
6 dias	82,32	82,91	82,62	87,11	87,59	87,35
9 dias	82,12	82,36	82,24	87,31	87,80	87,56
12 dias	81,56	83,04	82,30	86,98	87,27	87,13
15 dias	80,01	80,98	80,50	87,02	87,57	87,30
\bar{X} – Média	82,28	82,77	82,53	87,51	88,02	87,76
CV (%)	2,54			1,20		

*NE = Não embalado; EM = Embalado Médias e coeficiente de variação (CV %).

Tabela 3 – Cor – luminosidade (L*) e ângulo hue (°h) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016

Tempo de Armazenamento	L*		\bar{X}	°h*		\bar{X}
	I-NE	II-EM		I-NE	II-EM	
0 dias	83,39	83,39	83,39	88,56	88,56	88,56
6 dias	81,87	81,91	81,89	85,45	88,33	86,89
12 dias	83,46	84,89	84,18	87,36	87,28	87,32
18 dias	82,11	83,67	82,89	87,86	88,51	88,19
24 dias	74,69	82,40	78,55	86,64	87,04	86,84
30 dias	81,56	81,56	81,56	87,01	88,03	87,52
\bar{X} – Média	81,18	82,97	82,08	87,15	87,96	87,55
CV (%)	2,59			1,98		

* NE = Não embalado; EM = Embalado; Médias e coeficiente de variação (CV %).

Os valores de ângulo hue encontrados nesse trabalho durante os dois tipos de armazenamento ficaram próximos aos 90° h, que de acordo com Coultate (2004), indica a presença de tonalidade amarela da cor da casca dos frutos de maracujazeiro, o que pode ser observado neste trabalho, pois o tempo e as embalagens não influenciaram na coloração dos frutos em ambos ensaios (temperatura ambiente e câmara fria). Esse comportamento é importante, pois a coloração característica dos frutos foi mantida, o que é desejável para o mercado consumidor. Vianna-Silva (2008) obteve para os frutos do maracujazeiro amarelo, os valores variando de 118,84° h no primeiro dia de avaliação, para 89,67° h no 16° dia de armazenamento, mostrando a evolução da coloração dos frutos de verde para amarelo.

A cromaticidade representa a saturação ou intensidade da cor, indicando que valores próximos de 60 a cor é mais pura. No armazenamento em temperatura ambiente o índice croma (C*) aumentou de 44,57 para 53,18 (Figura 18). E no armazenamento em câmara fria esse aumento foi de 44,55 para 49,52 (Figura 19). Isso revela que a casca passou para uma coloração com maior saturação, ou seja, com uma coloração amarela mais intensa ao final do armazenamento. Freire et al. (2014), afirmam que o incremento da cor amarela ocorre devido à degradação da clorofila, enquanto os pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos, pertencentes ao grupo dos carotenoides, são revelados ou sintetizados. Tais pigmentos são bastante comuns, e sua presença é um sinal por meio do qual o consumidor avalia a maturidade e a qualidade dos frutos.

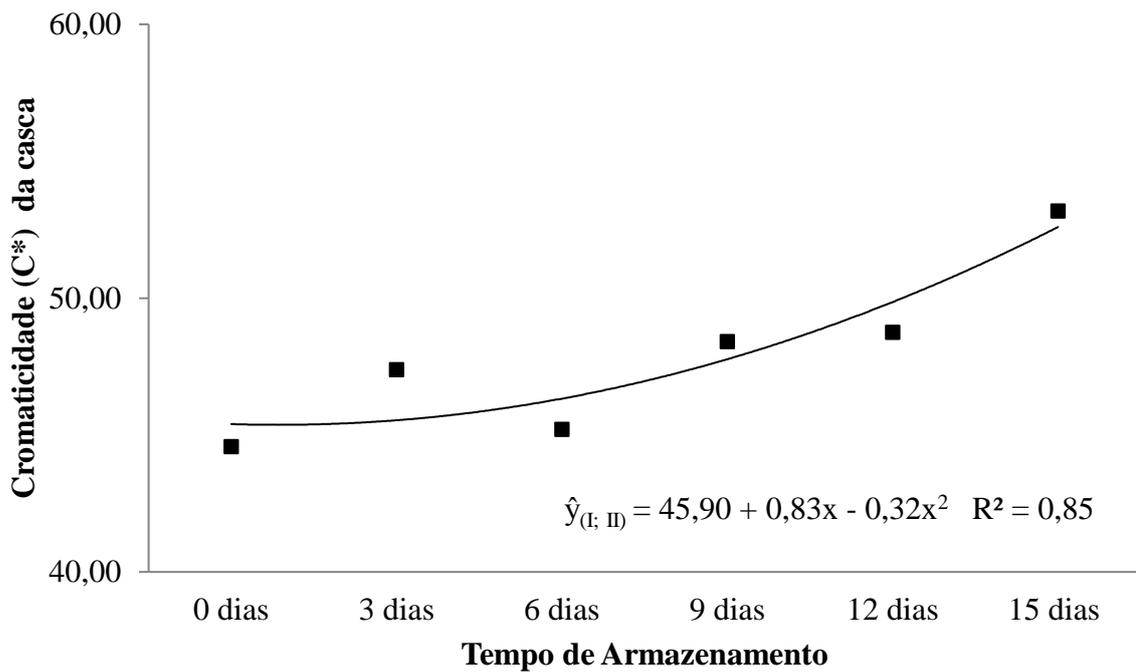


Figura 18. Cor - cromaticidade (C*) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016.

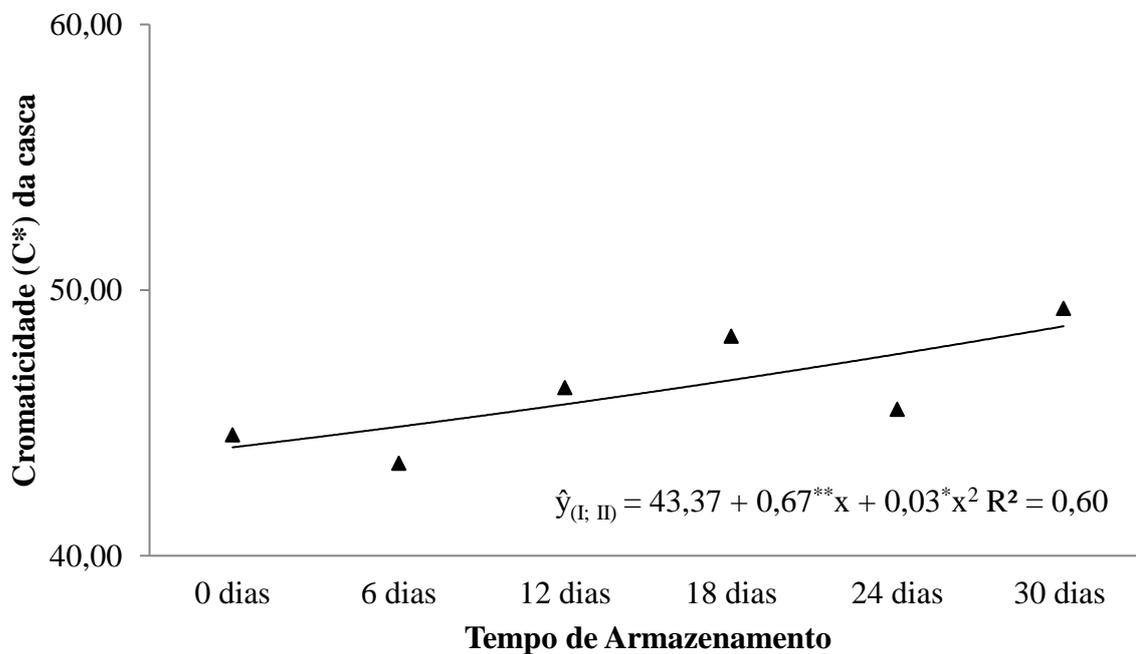


Figura 19. Cor - cromaticidade (C*) em frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR. Mossoró – RN, 2016

Para a coloração da polpa dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado não foram observadas diferenças significativas para ambos os tipos de armazenamento e embalagens.

Para o parâmetro L, a média do indicativo de luminosidade apresentou valores aproximados para a polpa de frutos armazenados em temperatura ambiente (53,16) (Tabela 4) e para suco extraído de frutos armazenados refrigerados (55,79) (Tabela 5).

Tabela 4 – Cor – luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo hue (°h) em polpa de frutos de maracujazeiros amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 10 °C ± 2 °C e 90% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016.

Tempo de Armazenamento	L*			C*			°h*		
	I-NE	II-EM	\bar{X}	I-NE	II-EM	\bar{X}	I-NE	II-EM	\bar{X}
0 dias	54,31	54,31	54,31	23,91	23,91	23,91	68,14	68,14	68,14
3 dias	44,24	45,82	45,03	19,12	19,39	19,26	71,35	73,88	72,62
6 dias	54,07	53,30	53,69	22,76	23,73	23,25	69,64	68,78	69,21
9 dias	54,68	51,95	53,32	24,73	23,36	24,05	69,27	66,92	68,10
12 dias	59,10	56,82	57,96	30,62	28,86	29,74	71,44	66,84	69,14
15 dias	54,97	54,39	54,68	24,83	24,27	24,55	68,09	67,78	67,94
\bar{X} – Média	53,56	52,77	53,16	24,33	23,92	24,12	69,66	68,72	69,19
CV (%)	2,34			11,27			5,73		

Médias e coeficiente de variação (CV %).

Tabela 5 – Cor – luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo hue (°h) em polpa de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado submetidos a atmosfera modificada e armazenamento a temperatura de 25 °C ± 2 °C e 50% ± 5% UR. Mossoró – RN, 2016

Tempo de Armazenamento	L*			C*			°h*		
	I-NE	II-EM	\bar{X}	I-NE	II-EM	\bar{X}	I-NE	II-EM	\bar{X}
0 dias	54,31	54,31	54,31	23,91	23,91	23,91	68,13	68,13	68,13
6 dias	54,07	53,27	53,67	26,08	26,38	26,23	72,03	70,64	71,34
12 dias	58,94	59,64	59,29	29,38	31,94	30,66	70,73	72,48	71,61
18 dias	55,00	54,42	54,71	25,54	24,38	24,96	74,61	70,17	72,39
24 dias	55,33	55,38	55,36	26,26	26,50	26,38	69,75	75,73	72,74
30 dias	58,18	56,68	57,43	30,33	28,63	29,48	71,59	71,52	71,56
\bar{X} – Média	55,97	55,62	55,79	26,92	26,96	26,94	71,14	71,45	71,29
CV (%)	2,58			7,34			5,64		

Médias e coeficiente de variação (CV %).

Os resultados do presente trabalho foram superiores aos obtidos por Hurtado- Salazar et al. (2015) que o maior valor numérico para luminosidade na polpa (47,66) foi obtido de frutos de maracujazeiro amarelo enxertado sobre ele mesmo (*P. edulis/P. edulis*). Desta forma, os frutos avaliados nesta pesquisa apresentam uma coloração mais intensa.

A média dos valores encontrados para croma foi de 24,12 e 26,94 para polpa obtida de frutos armazenados em temperatura ambiente e refrigerado, respectivamente (Tabelas 4 e 5). Para Hurtado- Salazar et al. (2015) os valores ficaram entre 10,00 e 13,39, indicando que a saturação ou a quantidade de pigmento na polpa é baixa.

O ângulo hue ficou entre 69,19° h para a polpa de frutos armazenados em temperatura ambiente e 71, 29° h para os refrigerados, ficando situados dentro do primeiro quadrante (de zero a 90°), indicando que a cor é um amarelo-alaranjado. Diferente dos valores encontrados por Hurtado- Salazar et al. (2015) que nos sucos de frutos enxertados encontraram valores de 84,72° h para *P.edulis/P.edulis* a 95,45° h para *P. edulis/ P. gibertii*, com um amarelo mais intenso. Esse comportamento se deve, possivelmente, por influência do portaenxerto.

De acordo com Maniwaru et al. (2014), a coloração da polpa pode ser um parâmetro utilizado como indicador da qualidade dos frutos destinados à industrialização, havendo preferência por frutos que possuem coloração amarelo-dourada estável.

4. CONCLUSÕES

Os efeitos da temperatura de armazenamento afetam apenas a aparência do fruto depreciando-a, não interferindo na qualidade da polpa de maracujá amarelo.

Nos frutos armazenados em temperatura $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa $50 \pm 5\%$ a embalagem PVC reduziu a perda de massa e o enrugamento do fruto, proporcionando condições de comercialização até os 3 dias de armazenamento; inibiu sintomas de desenvolvimento de patógenos até 12 dias de armazenamento; e manteve a qualidade físico-química.

Nos frutos armazenados em temperatura $10 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa e $90 \pm 5\%$ a embalagem PVC reduziu a perda de massa e o enrugamento do fruto, proporcionando condições de comercialização até os 12 dias de armazenamento; inibiu sintomas de desenvolvimento de patógenos até 24 dias de armazenamento. A qualidade físico-química foi mantida.

O teor de Vitamina C diminui de maneira acentuada independente da forma de armazenamento e uso de embalagens.

Os parâmetros colorimétricos da polpa não sofreram influência pelo armazenamento e uso de filme PVC.

O tempo de armazenamento e uso do filme PVC não influenciou nos parâmetros colorimétricos de luminosidade e ângulo hue na casca dos frutos de maracujazeiro amarelo enxertado, mas o armazenamento propiciou um aumento na intensidade da cor na casca dos frutos.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; JERONIMO, E. M.; MORETTI, C. L. Atmosfera modificada em laranja ‘Pera’ minimamente processada. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.664- 671, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 17^a. edição. Washington: AOAC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1 de 7 janeiro de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco tropical e néctar de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2003.
- CAO, S.; HU, Z.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; LU, B. Effect of BTH on antioxidant enzymes, radical-scavenging activity and decay in strawberry fruit. **Food Chemistry**, Barking, v.125, n.1, p.145-149, 2011.
- CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785p. 2005.
- CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.; SANCHES, J.; PONZO, F. S.; FLÔRES, D.; TERRA, M. M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva ‘Niágara Rosada’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.1058-1065, 2010.
- COELHO, A. A.; CENCI, S. A.; RESENDE, E. D. Rendimento em suco e resíduos de maracujá em função do tamanho dos frutos em diferentes pontos de colheita para o armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, p.55-63, 2011
- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Classificação do maracujá (Passiflora edulis. Sims). Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e de embalagens do maracujá-amarelo**. 2001. Disponível em <www.ceagesp.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- COULTATE, T. P. **Corantes. Alimentos: a química de seus componentes**. Porto Alegre: Artmed. 3. ed. 146-182p. 2004.
- CUNHA, K. D.; SILVA, P. R.; COSTA, A. L. F. S. F.; TEODORO, A. J.; KOBLITZ, M. G. B. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 139-145, 2014.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755–761, 2010.

DURIGAN, J. F.; SIGRIST, J. M. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. p. 283- 303.

FARIAS, J. F. de.; SILVA, L. J. B. da.; NETO, S. E. de. A.; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá–amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p. 196-202, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

FREIRE, J. S.; CALV ACANTE, L.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; BREHM, M. A. SANTOS, J. B. Quality of yellow passion fruit juice with cultivation using different organic sources and saline water. **Idesia**, Arica, v.32, n.1, p.79-87, 2014.

GAMA, F. S. N., MANICA, I., KIST, H. G. K., ACCORSI, M. R. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá-amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3 p. 305-10, 1991.

GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Qualidade da polpa de maracujá amarelo - seleção AFRUVEC, em função das condições de armazenamento dos frutos. **Revista Alimentos e Nutrição**, Bauru, v.17, n.4, p. 401-405, 2006.

GORRIS, L. G. M., PEPPELENBOS, H. W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **HortTechnology**, Alexandria, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.

HAFLE, O. M.; COSTA, A. C.; SANTOS, V. M.; SANTOS, V. A.; MOREIRA, R. A. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Fortaleza, v. 5, n. 3, p. 341-346, 2010.

HURTADO- SALAZAR, A.; SILVA, D. F. P.; SEDIYAMA, C. S.; BRUCKNER, C. H. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo enxertado em espécies silvestres do gênero passiflora cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 635-643, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. Volume 1. 3. ed., São Paulo, 2008. 533p.

JERONIMO, E.M.; BRUNINI, M.A.; ARRUDA, M.C.; CRUZ, J.C.S.; GAVA, G.J. de C.; SILVA, M.A. Qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1122-1130, 2007.

KRAUSE, W.; NEVES, L.G.; VIANA, A.P.; ARAÚJO, C.A.T.; FALEIRO, F.G. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.12, p.1737-1742, 2012.

LENZA, J. B.; VALENTE, J. P.; RONCATTO, G.; ABREU, J. A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro propagadas por enxertia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n.4, p.1135-1140, 2009.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JR., P. M. Controle do amadurecimento de banana ‘prata-anã’, armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com o uso do 1-metilciclopropeno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.476-480, 2005.

MANIWARA, P.; NAKANO, K.; BOONYAKIAT, D.; OHASHI, S.; HIROI, M.; TOHYAMA, T. The use of visible and near infrared spectroscopy for evaluating passion fruit postharvest quality. **Journal of Food Engineering**, New York, v.143, p.33-43, 2014.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p. 1254-1255, 1992.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p.083-091, 2011.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 51-57, 2003.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; NERES, C. R. L.; MIZOBUTSI, G. P.; NEVES, L. L. M. Uso de cera-de-carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.190-193, 2006.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.

PINEDO, R.A. **Estudo da estabilização da polpa de camu-camu (*Myciaria dubia* (N.B. K) Vc. Vaugh) congelada visando a manutenção de ácido ascórbico e antocianinas**. 2007. 180 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Estadual de Campinas – Campinas, 2007.

RESENDE, J. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá- amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.159-168, 2001.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, 2013a.

ROTILI, M. C. C.; VORPAGEL, J. A.; BRAGA, G. C.; KUHN, O. J.; SALIBE, A. B. Atividade antioxidante, composição química e conservação do maracujá-amarelo embalado com filme PVC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 942-952, 2013b.

SANTOS, C. E. M.; LINHALES, H.; MAGALHÃES, L. L.; CARRARO, P. C. S.; SILVA, J. O. C.; BRUCKNER, C. H. Perda de massa fresca dos frutos em progênies de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 219-222, 2008.

SILVA, A. P.; DURIGAN, J. F. Colheita e conservação pós-colheita do maracujá. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 67 – 71, 2000.

SILVA, A. P., VIEITES, R. L., CEREDA, E. Conservação do maracujá doce pelo uso de cera e choque frio. **Scientia. Agrícola**, São Paulo, v. 56, n. 4, 1999.

SILVA, L. J. B.; SOUZA, M. L.; ARAÚJO NETO, S. E.; MORAIS, A. P. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 995-1003, 2009.

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

TAVARES, J. T. Q.; SILVA, C. L. A.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G.; TEIXEIRA, L. J.; SANTANA, R. S. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá amarelo. **Magistra**, Cruz das Almas, v.15, n.1, p.7-12, 2003.

VIANNA-SILVA, T. **Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce**. 2008. 155f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VIANNA-SILVA, T., LIMA, R. V., AZEVEDO, I. G., ROSA, R. L. C. C.; SOUZA, M. S.; OLIVEIRA, J. G. Determinação da maturidade fisiológica de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos na região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 057-066, 2010.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chant. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p. 1256-1260, 1992.

YEMN, E. W., WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57, p.508-514, 1954.

CAPÍTULO III / CHAPTER III

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE MARACUJÁ
AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADA**

*CONSERVATION AND QUALITY PHYSICAL AND CHEMICAL YELLOW PASSION FRUIT
PULP MINIMALLY PROCESSED*

RESUMO

Em busca de tornar o maracujá mais competitivo e atrativo ao consumidor, o processamento mínimo tornou-se uma alternativa ainda pouco estudada devido a sua maior perecibilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação e qualidade físico-químicas da polpa de maracujá minimamente processada, colhida em dois estádios de maturação, e submetido ao armazenamento sob refrigeração e congelamento. Foram utilizados frutos de plantas de maracujazeiro amarelo enxertado, coletados em dois estádios de maturação, baseados de acordo com a coloração da sua epiderme no momento da colheita (estádio III – fruto com 75% de coloração amarela, e estágio IV – fruto 100% de coloração amarela). As amostras foram armazenadas e submetidas ao resfriamento ($5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e UR $80 \pm 5\%$) e congelamento ($-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$) para avaliação da vida útil e qualidade. As determinações físico-químicas foram: sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcares totais, açúcares redutores e vitamina C. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 5) referente ao estágio de maturação (estádio - III e estágio - IV) e tempo de armazenamento (0, 14, 28, 42 e 56 dias) sob refrigeração e congelamento. As polpas minimamente processadas de maracujá amarelo enxertado armazenadas à $5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ mantiveram seu aspecto e características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira até os 14 e 56 dias de armazenamento, respectivamente.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims, armazenamento, processamento mínimo.

ABSTRACT

In order to make the passion fruit more competitive and attractive to the consumer, the minimum processing has become an alternative still little studied due to its greater perishability. The objective of this work was to evaluate the physicochemical conservation and quality of freshly processed passion fruit pulp harvested at two stages of maturation and submitted to storage under refrigeration and freezing conditions. Fruits of grafted yellow passion fruit were harvested at two maturation stages, based on the staining of their epidermis at the time of harvest (stage III - fruit with 75% yellow color and stage IV - fruit 100% yellow color). The samples were stored and submitted to cooling ($5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ and UR $80 \pm 5\%$) and freezing ($-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$) for evaluation of shelf life and quality. The physico-chemical determinations were: soluble solids, titratable acidity, pH, total sugars, reducing sugars and vitamin C. The completely randomized design was used in a factorial scheme (2×5) referring to the maturation stage (stage III and stage - IV) and storage time (0, 14, 28, 42 and 56 days) under refrigeration and freezing. The minimally processed pulps of yellow passion fruit grains stored at $5^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ and $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ maintained their appearance and physical-chemical characteristics within the standards established by Brazilian legislation up to 14 and 56 days of storage, respectively.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, storage, minimum processing, conservation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) do mundo, representando 97% da área plantada e do volume comercializado de maracujás. Estima-se que mais de 60% da produção brasileira de maracujá amarelo seja destinada ao consumo in natura e o restante destinado às indústrias de processamento, sendo o suco o principal produto (LARRÉ et al., 2007; CLARO e MONTEIRO, 2010).

Devido à mudança dos hábitos alimentares da sociedade moderna, que busca cada vez mais produtos com qualidade e conveniência, tem levado a um novo ramo da tecnologia de alimentos, o processamento mínimo de frutas e hortaliças, que visa oferecer ao consumidor produtos sem as partes não comestíveis, prontos para o consumo (PALHARINI et al., 2012).

Os termos “fresh-cut” ou minimamente processado têm sido empregados para definir frutas e hortaliças “frescas”, comercializadas limpas e pré-preparadas, pré-cortadas e parcialmente processadas. O resultado de tais procedimentos são produtos convenientes e frescos, que podem ser preparados e consumidos em menos tempo (BASTOS, 2006).

Allende et al. (2006) afirmam que o valor nutricional dos alimentos frescos é uma das razões que levam os consumidores a escolhê-los, especialmente como fonte de vitaminas, minerais, fibras e outros compostos fitoquímicos, que podem desempenhar um papel na diminuição do risco de câncer e outras doenças. Entretanto, o impacto do processamento mínimo sobre a vida útil e qualidade nutricional do produto ainda não está bem estabelecido. Algumas frutas como abacaxi, carambola, kiwi, goiaba, maçã, mamão, manga e cítricas já possuem um manual dos procedimentos adequados a este tipo de processamento (MORETTI, 2007). Na literatura, os trabalhos sobre este tipo de processamento em frutos de maracujazeiro ainda são escassos.

No maracujá, o processamento mínimo é uma forma de tornar a fruta mais atrativa e competitiva, atingindo um nicho diferenciado do mercado consumidor. Pois permite que os consumidores avaliem a qualidade/aparência da polpa no momento da compra. Dessa forma, gera um produto de maior valor final, mas de maior perecibilidade, que pode ser fator determinante na decisão de compra deste produto.

Para o processamento, a colheita do fruto do maracujazeiro, normalmente é realizada após sua abscisão, quando o mesmo está completamente maduro. Desta forma, as perdas devido à desidratação e à contaminação por microrganismos, com conseqüente apodrecimento, geram

uma série de inconvenientes que aumentam a perecibilidade e reduz o período de conservação da polpa (DURIGAN, 1998; MARCHI et al., 2000; SALOMÃO, 2002).

Para o processamento mínimo do maracujá, Palharini et al. (2012) recomendam que os frutos sejam colhidos ainda presos à planta, de preferência quando apresentarem pelo menos 70% da casca amarelada, pois, de forma geral, nesse estágio de maturação, os frutos já atingiram os teores ótimos de açúcares e ácidos orgânicos. E para manter a qualidade da mesma alguns critérios devem ser adotados como a escolha da matéria-prima de qualidade, utilização de técnicas de preparo adequadas e higienização do produto, dos utensílios, equipamentos, ambiente e operadores. Ainda utilização de cadeia de frio e embalagem adequada, a fim de garantir a qualidade do produto (PALHARINI et al., 2012).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a conservação e qualidade físico-químicas da polpa de maracujá minimamente processada, em dois estágios de maturação dos frutos e armazenada sob refrigeração e congelamento.

2. MATERIAL E METODOS

Foram utilizados frutos de plantas de maracujazeiro amarelo enxertado, provenientes do primeiro ciclo de produção de um plantio irrigado na Fazenda Mata Fresca Ltda., localizada na zona Rural do Município de Mossoró – RN, situado nas coordenadas 04° 52' 51,9" W e 31° 26' 49,6" S, 18m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Mossoró é do tipo BSw^h, isto é, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa de 68,9 % (DIAS et al., 2010).

A coleta foi realizada em março de 2016, em frutos de dois estádios de maturação, baseados de acordo com a coloração da sua epiderme no momento da colheita estágio III – fruto com mais de 75% de coloração amarela e estágio IV – fruto com 100% de coloração amarela, conforme classificação da CEAGESP (2001), em seguida foram acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Centro de Pesquisas em Ciências Vegetais do Semi-Árido Nordeste (CPVSA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Foi realizada uma seleção por uniformidade de tamanho e ausência de defeitos. Posteriormente, os frutos foram lavados e higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 0,1 mL l⁻¹, por imersão durante 3 minutos em temperatura ambiente e foram secos com papel toalha. Para a extração, os frutos foram cortados transversalmente com uma faca de aço inoxidável e retirando a polpa com sementes, acondicionada em embalagem transparente com capacidade para 200 mL, conforme descrito no fluxograma (Figura 1). Todos os cuidados em relação ao aspecto sanitário do local, equipamentos e manipuladores foram observados. Foram conduzidos dois experimentos, em que as amostras foram armazenadas e submetidas ao resfriamento (refrigerador industrial 5° C ± 2° C e UR 80 ± 5%) e congelamento (freezer horizontal -18 ± 2° C) para avaliação da vida útil e qualidade.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x5) referente ao estágio de maturação (estádio - III e estágio - IV) e tempo de armazenamento (0, 14, 28, 42 e 56 dias) sob resfriamento e congelamento. Cada fator de armazenamento foi estudado independente, onde cada tratamento constou de três repetições de dois frutos.

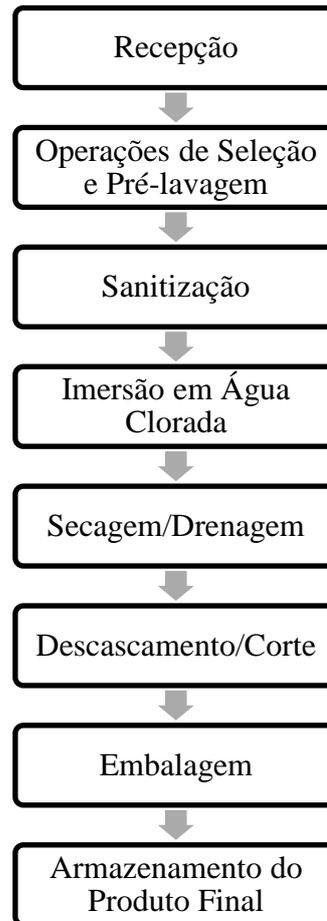


Figura 1. Etapas básicas do processamento mínimo de frutas (Adaptado de Bastos, 2006).

O descongelamento das amostras de polpas de frutos foi realizado na embalagem, que foram retiradas do freezer e deixadas em temperatura ambiente (25 °C) cerca de 60 minutos antes do início das avaliações. Em seguida, a polpa concentrada (suco) foi extraída sendo separada da semente e arilo com auxílio de uma peneira plástica.

As avaliações realizadas foram:

- a) Teor de sólidos solúveis (%): obtidos pela leitura direta da polpa concentrada em um refratômetro manual (modelo) com precisão de 0,20 %; (modelo DBR45, Instrutemp®) (AOAC, 2002)
- b) pH: determinado com auxílio de potenciômetro de leitura direta (modelo mPA-210 MS TECNOPON®) devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, na polpa concentrada (AOAC, 2002);
- c) Acidez titulável (meq L⁻¹): determinada pelo procedimento volumétrico, utilizando-se 1 g da polpa concentrada, em frasco Erlenmeyer de 125 mL, acrescentar a amostra água

destilada até o volume final de 50 mL e 2-3 gotas de fenolftaleína, em seguida realizando a titulação com solução de NaOH 0,1 N, da bureta digital (Jecons Digitrate Pro®) até a mudança de cor da solução para levemente róseo (IAL, 2005);

- d) Açúcares totais pelo método de Antrona (%): o extrato foi obtido da diluição de 0,25 g da polpa, dos quais tomou-se uma alíquota de 0,05 mL e a este volume foi adicionado 0,95 mL de água destilada e 2,00 mL de Antrona (9,10-dihidro-9-oxoantraceno), procedendo-se à reação em banho-maria a 100°C por 8 minutos e resfriadas em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Spectrum Meter®) a 620 nm (YEMN; WILLIS, 1954);
- e) Açúcares redutores pelo método de DNS (%): o extrato foi obtido da diluição de 1 g da polpa, dos quais tomou-se 0,5 mL e a este volume adicionou-se 1,0 mL de água destilada e 1 mL de ácido dinitrosalicílico (ácido 3,5-dinitro salicílico - DNS, Vetec, Brasil) a 1%, procedendo-se à reação em banho-maria a 100°C por 5 minutos e resfriadas em banho de gelo. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Spectrum Meter®) a 540 nm (MILLER, 1959).
- f) Vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$): Utilizou-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5%, 5 mL desta solução foi diluída em água destilada até 50 mL e realizada a titulação, em seguida (STROHECKER; HENNING, 1967);

Os dados foram submetidos à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos e comparação de médias com auxílio do programa estatístico SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As polpas de maracujá minimamente processadas armazenadas em refrigeração foram avaliadas até 14 dias, após este período apresentaram sintomas de contaminação microbiológica, ficando inapropriadas para o consumo. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 1.

Polpa de maracujá é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do maracujá (*Passiflora* spp.), através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais, de acordo com Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) do Ministério da Agricultura (BRASIL 2000), que preconiza que o teor mínimo de sólidos solúveis a 20° C é 11,0 %; pH entre 2,7 e 3,8; acidez total titulável 2,5 ácido cítrico (g 100 g⁻¹) os açúcares totais naturais do maracujá no máximo 18 g 100 g⁻¹.

Desta forma, as médias para sólidos solúveis (15,83), pH (3,07), acidez titulável (3,90) e açúcares totais (11,58) encontradas neste trabalho para a polpa resfriada, estão de acordo com as exigidas pela legislação vigente. Avaliou-se o teor de açúcares redutores, entretanto para polpa de maracujá (BRASIL, 2000), o PIQ não estabelece parâmetros para açúcares redutores. Esse parâmetro está estabelecido no PIQ para suco tropical e néctar de frutas que se refere aos açúcares totais com valor mínimo de 4 g. 100g⁻¹ e máximo de 9,5g. 100g⁻¹ para suco tropical de maracujá (BRASIL, 2003).

De acordo com Pailharini et al (2012), quando se respeita os três princípios básicos do processamento mínimo (cadeia frio, higiene e rapidez) e seguindo as etapas de preparo recomendadas, a vida útil do maracujá minimamente processado é de oito dias. Os autores ainda ressaltam que durante esse período não há perda de vitamina C, como pode ser observado na presente pesquisa.

Quanto a polpa minimamente processada e armazenada à -18° C, o teor de sólidos solúveis sofreu influência do tempo x maturação ($p \leq 0,005$) (Figura 2). O teor de sólidos solúveis da polpa dos frutos do Estádio III (EIII), apresentou uma variação de 1,78% durante o período avaliado, alcançando seu maior valor de 16,13% aos 42 dias de armazenamento. Para a polpa do Estádio IV (E IV), reduziu de 16,90% (dia 0) a 15,36% (56 dias), tendo uma variação de 9,11% no período de armazenamento. A redução no teor de sólidos solúveis também foi observada por Ciabotti, Braga e Mata (2000) em polpa de maracujá amarelo convencional sem açúcar, congelado em freezer doméstico

(temperatura média de $-22,6^{\circ}\text{C}$), que ao longo do armazenamento, reduziu em média 1,73% ao mês até os 120 dias, quando então estabilizou até os seis meses (4,79% no total).

Tabela 1 – Caracterização físico-química da polpa minimamente processada de fruto de maracujazeiro amarelo enxertado, colhidos em dois estádios de maturação e submetido a refrigeração ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $80\% \pm 5\%$). Mossoró – RN, 2016.

Variável		Armazenamento		\bar{X}	$\bar{X}_{(EIII; EIV; 0; 14)}$
		0 dias	14 dias		
Sólidos Solúveis (%)	E III	15,13	15,87	15,50	15,83
	E IV	16,90	15,43	16,17	
pH	E III	2,92	3,06	2,99	3,07
	E IV	3,08	3,20	3,14	
Acidez Total (%)	E III	4,11	4,24	4,18	3,90
	E IV	3,64	3,62	3,63	
Vit. C (ác. Ascórbico mg 100 g ⁻¹)	E III	7,08	10,42	8,75	9,27
	E IV	8,33	11,25	9,79	
Açúcares Totais (%)	E III	8,48	13,46	10,97	11,58
	E IV	10,83	13,55	12,19	
Açúcares Redutores (%)	E III	7,68	8,21	7,95	7,35
	E IV	5,76	7,74	6,75	

* \bar{X} = média; EIII = estágio de maturação III; EIV = estágio de maturação IV.

Entretanto, Monteiro et al. (2005), observaram que as polpas pasteurizadas nas diferentes faixas de temperatura (70, 75 e 80°C) e refrigeradas ($5\text{-}10^{\circ}\text{C}$) apresentaram conteúdo de sólidos solúveis de 14 % ao longo de todo o período de estocagem.

O pH (Figura 3) foi influenciado pelos fatores tempo e maturação ($p \leq 0,001$). Houve uma pequena redução com tempo de armazenamento, de 3,08 para 2,84 na polpa dos frutos no EIV. Para a polpa dos frutos no EIII, não foi encontrada uma equação da regressão que ajustasse, portanto, a média de 2,81. Em ambos os estádios de maturação durante o armazenamento, as polpas mantiveram o pH entre 2,7 e 3,8, faixa estabelecida pelo Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de Maracujá do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003).

Raimundo et al. (2009), avaliando polpas congeladas de maracujá, encontraram a variação de pH entre 2,67 a 3,77. Benevides et al. (2008), afirmam que os baixos valores de pH são importantes, uma vez que podem garantir a conservação da polpa sem a necessidade de tratamento térmico muito elevado, evitando assim perda de qualidade nutricional.

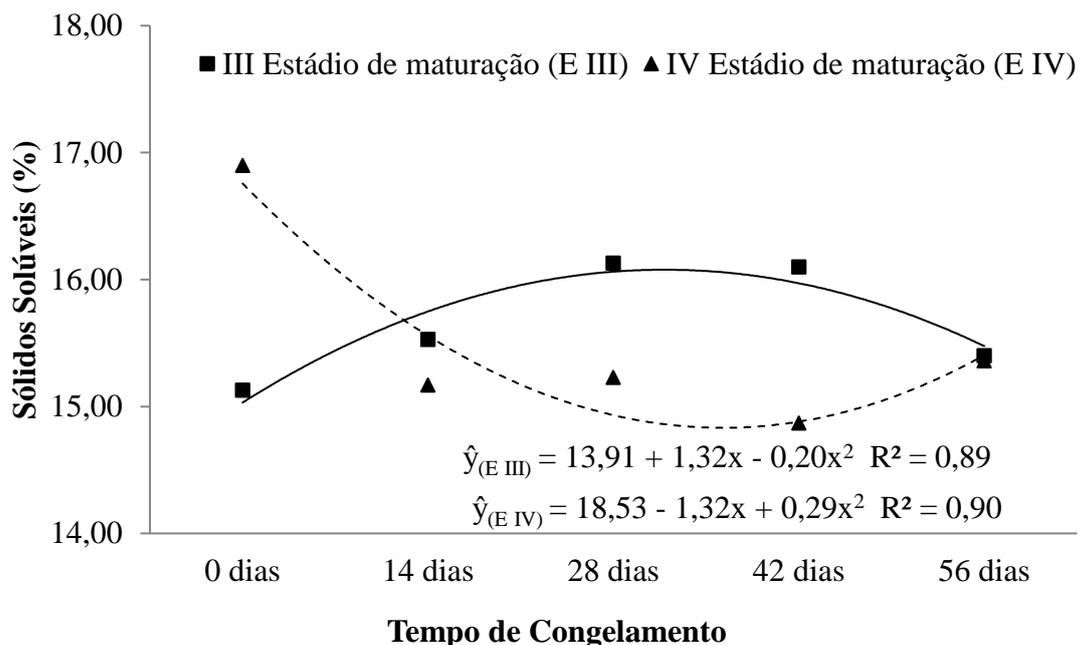


Figura 2. Sólidos solúveis (%) em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.

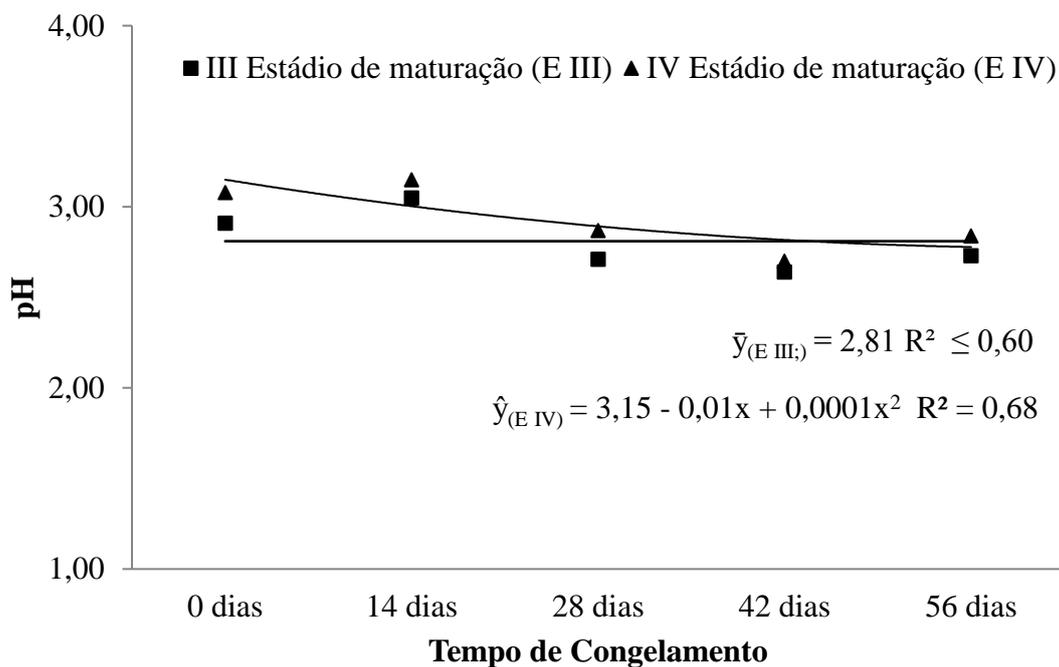


Figura 3. pH em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.

A acidez titulável da polpa minimamente processada foi influenciada pelos estádios de maturação ($p \leq 0,001$). Frutos com mais de 75% da casca amarela (E III) apresentaram uma maior acidez, de 4,34%, em relação à obtida de frutos com casca 100%

amarela (E IV), com 3,67%. Pois, durante a maturação há um decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos, uma vez que estão sendo largamente utilizados no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A média para a acidez titulável foi de 4,0%, resultado superior ao encontrado por Raimundo et al. (2009) na polpa de maracujá congelada (2,14 a 3,81%). Enquanto que para polpa *in natura*, Gomes et al. (2006) obtiveram valores entre 4,54 e 4,61%.

O teor de vitamina C respondeu significativamente ao tempo ($p \leq 0,001$) (Figura 4), aumentando o seu teor cerca de 70% no decorrer do armazenamento, contrariando dados obtidos por alguns autores que avaliaram a polpa do maracujá processado e tratado termicamente, como a pasteurização, observaram que a Vitamina C diminui com o processamento e armazenamento (BRASIL et al., 2016; RAIMUNDO et al., 2009; MONTEIRO et al., 2005) Vale ressaltar que não existem muitos estudos na literatura relatando tal comportamento.

Sabe-se que diversos fatores afetam a estabilidade do ácido ascórbico durante o armazenamento, incluindo o pH do meio, a presença de oxigênio e de íons metálicos, e a temperatura (TARRAGO-TRANI et al., 2012; SPINOLA et al., 2013), levando em consideração que a polpa de maracujá desde trabalho foi minimamente processada, conservando durante o seu armazenamento a semente e o arilo, poderia ser a causa para o aumento do teor de ácido ascórbico (Vitamina C).

Houve interação entre os fatores estudados para teores de açúcares totais ($p \leq 0,001$) (Figura 5). As polpas obtidas de frutos no Estádio IV apresentaram uma maior estabilidade, variando de 13,90 a 11,95%. Enquanto que as obtidas dos frutos do Estádio III, variaram de 5,0 a 15,29%, um acréscimo de 67%. Ao final do armazenamento, ambos os estádios de maturação estão dentro do limite máximo estabelecido no PIQ (BRASIL, 2003) de $18\text{g } 100\text{g}^{-1}$.

Os valores encontrados no presente trabalho foram superiores aos verificados por Ciabotti, Braga e Mata (2000), que em o suco *in natura* o teor médio foi de 8,24% e apresentando maior estabilidade durante o armazenamento. Comportamento semelhante ao da polpa oriundas de frutos no estágio IV de maturação.

Os açúcares redutores (média de 6,3%) não apresentaram diferenças estatísticas indicando que permaneceram constantes durante o armazenamento para os dois estádios de maturação. Resultados estes superiores aos encontrados por Ciabotti, Braga e Mata (2000), que observaram média de 4,76% de açúcares redutores para polpa *in natura*.

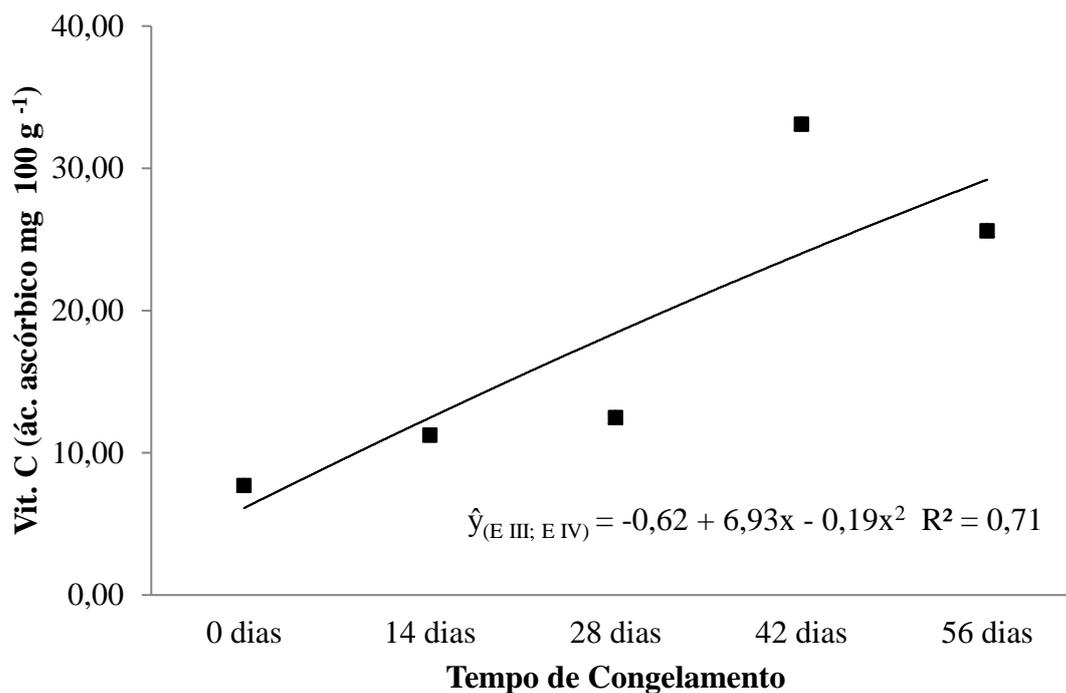


Figura 4. Vitamina C em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado submetida ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.

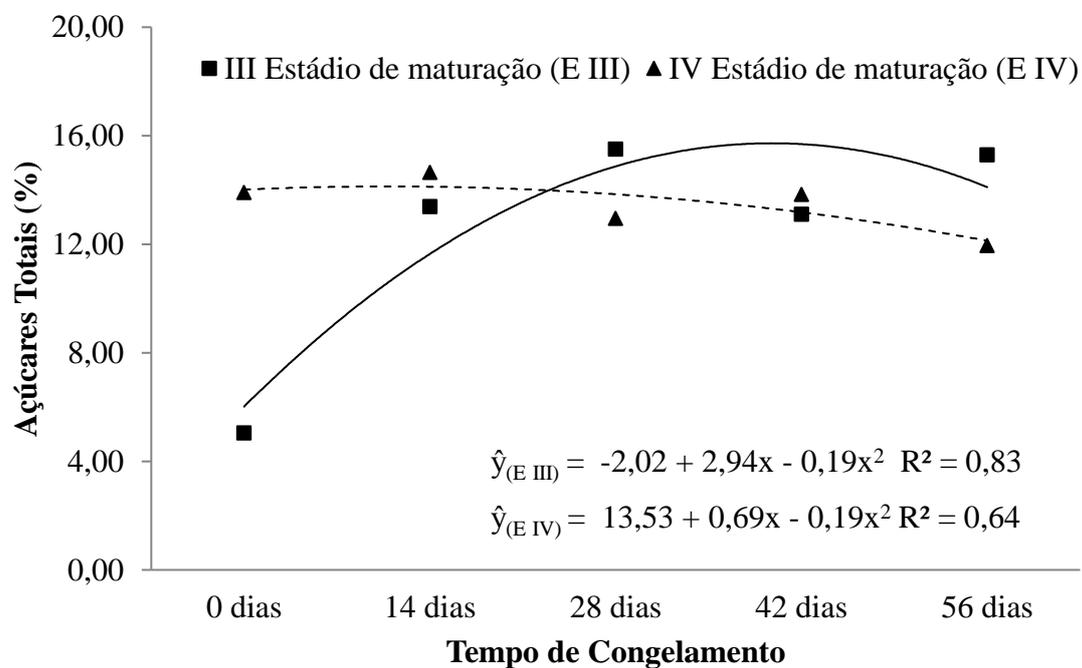


Figura 5. Açúcares totais em polpa de maracujazeiro amarelo enxertado, colhido em dois estádios de maturação, e submetido ao congelamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Mossoró – RN, 2016.

Assim, os resultados das avaliações físico-químicas da polpa de maracujá amarelo minimamente processada sob congelamento a $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ atendem o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de Maracujá do Ministério da Agricultura (BRASIL 2000).

4. CONCLUSÃO

A polpa minimamente processada de maracujá amarelo enxertado e armazenada à $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, manteve seu aspecto e características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira até os 14 dias de armazenamento.

A polpa minimamente processada de maracujá amarelo enxertado e armazenada à $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, manteve seu aspecto e características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira até os 56 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ALLENDE, A.; MCEVOY, J. L.; LUO, Y.; ARTES, F.; WANG, C. Y. Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed “Red Oak Leaf” lettuce. **Food Microbiology**, London, v. 23, n. 3, p. 241-249, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 17^a. edição. Washington: AOAC, 2002.

BASTOS, M. S. R. **Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 59 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 103).

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Qualidade da manga e polpa de manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.571-578, 2008.

BRASIL, A. S.; SIGARINI, K. S.; PARDINHO, F. C.; FARIA, R. A. P. G.; SIQUEIRA, N. F. M. P. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 167-175. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1 de 7 janeiro de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco tropical e néctar de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2003.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. **Classificação do maracujá (*Passiflora edulis*. Sims). Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e de embalagens do maracujá-amarelo**. 2001. Disponível em <www.ceagesp.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2017.

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

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Alterações das características físico-químicas a polpa de maracujá-amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2000.

CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 6, p.1014-1020, 2010.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.755–761, 2010.

DURIGAN, J.F. Colheita e conservação pós-colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5.,1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1998. 388p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Monitoramento da qualidade da polpa de maracujá-amarelo - seleção AFRUVEC, em função do tempo de armazenamento dos frutos. **Revista Alimentos e Nutrição**, Bauru, v.17, n.4, p. 401-405, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. Volume 1. 3. ed., São Paulo, 2008. 533p.

LARRÉ, C. F., ZEPKA, A. P. S., MORAES, D. M. Testes de germinação e emergência em sementes de maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 708-710, 2007.

MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3. 2000.

MILLER G. L. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426, 1959.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa e maracujá processados sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2005.

MORETTI, C. L. (Ed). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa: SEBRAE, p. 101-120, 2007.

PALHARINI, M. C. A.; MURSINI, J. A.; PEREIRA, A. R. S. Processamento mínimo de maracujá. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, 2012.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2009, v.31, n.2, p.539-543.

SALOMÃO, L.C.C. Colheita. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23).

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 489-495, 2013.

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

TARRAGO-TRANI, M. T.; PHILLIPS, K. M.; COTTY, M. Matrix-Specific Method Validation for Quantitative Analysis of Vitamin C in Diverse Foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 26, n. 1-2, p. 12-25, 2012.

YEMN, E. W., WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57, p.508-514, 1954.