

**TAXA DE RESPIRAÇÃO DO MAMÃO EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES
CONDIÇÕES DE ATMOSFERAS DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA
AMBIENTE**

NAYARA CANTARINO BARBOSA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

Março – 2013

**TAXA DE RESPIRAÇÃO DO MAMÃO EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES
CONDIÇÕES DE ATMOSFERAS DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA
AMBIENTE**

NAYARA CANTARINO BARBOSA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal com Concentração em Tecnologia de Alimentos e Constituintes Químicos Vegetais.

Orientador: Prof. Eder Dutra de Resende

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO - 2013

**TAXA DE RESPIRAÇÃO DO MAMÃO EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES
CONDIÇÕES DE ATMOSFERAS DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA
AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (CCTA/UENF), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal com Concentração em Tecnologia de Alimentos e Constituintes Químicos Vegetais.

Aprovado em 20 de março de 2013.

Comissão Avaliadora:

Nathália Ramos de Melo (D.Sc.em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFF

Jose Tarcisio Lima Thiebaut (D.Sc. em Produção Animal) - UENF

Meire Lelis Leal Martins (D.Sc.em Biologia Molecular) - UENF

Eder Dutra de Resende (D.Sc. em Engenharia Química) – UENF

Orientador

Dedico a todos que sempre me apoiaram e torceram por mim;
À minha família, em especial aos meus pais Luiz Carlos Vieira Barbosa e
Aparecida Maria Cantarino Barbosa pela força e amor;
Ao meu noivo pelo carinho e paciência.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me abençoar, proteger e guiar;

Aos meus pais pelo apoio e dedicação, pelos ensinamentos, incentivo, confiança e amor incondicional. Vocês são a minha base e meu melhor exemplo de vida.

Amo muito vocês;

Aos meus irmãos Natália e Diego pelo carinho, paciência e apoio. Amo vocês;

Ao meu noivo Fabrício pelo apoio, amor, carinho, paciência e compreensão pela minha ausência. Você é muito especial pra mim. Te amo;

Ao meu orientador Eder Dutra de Resende pela orientação, amizade, confiança e ensinamentos;

Às Professoras Meire Lelis Leal Martins e Nathália Ramos de Melo pela participação na banca e orientações;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa;

A Caliman pela concessão dos mamões utilizados no experimento, em especial a Jeane que sempre demonstrou disposição para nos ajudar;

Ao Professor José Tarcísio Lima Thiébaud pela amizade e orientação estatística;

Aos professores do LTA que me passaram seus ensinamentos e me orientaram;

À Professora Karla Silva Ferreira pela amizade, conhecimento e apoio;

Às técnicas do LTA, Valdinéia, Ana Lúcia e Silvíia pela ajuda e colaboração;

À Professora Cláudia Dolinski pela compreensão e apoio;

Às secretárias do Programa de pós-graduação em Produção Vegetal Fatima e Patrícia;

Aos funcionários da limpeza da UENF, em especial Beatriz, Leandro e Ana que estavam sempre me ajudando e apoiando;

À amiga Manuela e seus pais, pelo carinho, amor, amizade e apoio incondicional mesmo distante. Você é um grande exemplo de força e coragem pra mim;

Aos amigos Amanda, Francemir, Jeferson e Vanessa pelo carinho, amizade, apoio e disposição para me ajudarem e ouvirem;

Às amigas de laboratório Derliane, Simone e Suelen pela amizade e auxílio nos experimentos;

Aos meus amigos de graduação e de pós-graduação: Daniela, Marcos Bruno, Moisses, Miguel, João, Érika, Lorena, Rodrigo, Juliana, Renan, André, Jacinto, Carmozene, Johnhy, Clara, Geraldo, Nisael, Marcela, Alan, Andréia, Silvania, Priscilla, Marcos, Gabriella, Raíssa, João Luiz, Glauciane, Leticia, Jaidson, Patrícia;

Às minhas companheiras de apartamento Priscilla, Jéssica, Ana Sílvia, Simone e Fran pelo carinho, cumplicidade, respeito e amizade;

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1. A cultura do mamão	6
3.2. Atividade Respiratória dos Frutos.....	7
3.2.1. Alterações químicas, físicas e bioquímicas.....	9
3.2.2. Fatores que influenciam na respiração	10
3.3. Armazenamento de frutos.....	11
3.3.1. Atmosfera Controlada (AC).....	12
3.3.2. Embalagem em atmosfera modificada.....	15
3.4. Modelagem da taxa de respiração	17
4. METODOLOGIA.....	21
4.1. Matéria-prima	21
4.2. Planejamento experimental	22
4.3. Operação das microcâmaras de atmosfera controlada	24

4.3.1. Controle manual	24
4.3.2. Controle automático	24
4.3.3. Instrumentação do sistema de medidas dos gases	25
4.4. Determinação da taxa de respiração dos frutos	26
4.4.1. Procedimento operacional para medida da taxa de respiração	26
4.4.2. Medida do quociente respiratório (R.Q.) dos frutos	29
4.6. Análise estatística	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1. Taxa de respiração	31
5.2. Quociente respiratório (R.Q.)	37
5.3. Análise de cor	42
RESUMO E CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
Apêndice A: Medidas para o cálculo da densidade média dos frutos	59
Apêndice B: Análise estatística: Caracterização da qualidade dos frutos estocados em diferentes composições de atmosfera controlada	61
Apêndice C: Parâmetros de Regressão	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Operações de identificação, tratamento fungicida e armazenamento dos frutos no interior das câmaras de atmosfera controlada	22
Figura 2: Esquema representativo do funcionamento das microcâmaras de atmosfera controlada (Martins, 2005)	25
Figura 3: Sistemas de visualização das medidas nas microcâmaras em analisador acoplado e computador.....	26
Figura 4: Esquema representativo das microcâmaras instaladas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF	28
Figura 5: Leitura dos parâmetros de Hunter L, a e b.....	30
Figura 6: Taxa de consumo de O ₂ (a) e produção de CO ₂ (b) de mamões Golden armazenados por 13 dias sob temperatura ambiente (24°C) em atmosferas contendo as concentrações de 17 %O ₂ combinadas com 0,6%, 5% e 10% de CO ₂ , em microcâmaras com adsorção de etileno (R _{CO₂} =0,8376; R _{O₂} =0,8570).	32
Figura 7: Consumo de oxigênio dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 6% de O ₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO ₂ (a); Produção de gás carbônico dos mamões armazenadas nas composições atmosféricas de 6% de O ₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO ₂ (b) (R _{CO₂} =0,8376; R _{O₂} =0,8570).	33
Figura 8: Consumo de oxigênio dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 3% de O ₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO ₂ (a); Produção de gás carbônico dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 3% de O ₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO ₂ (b) (R _{CO₂} =0,8376; R _{O₂} =0,8570).	35
Figura 9: Quociente respiratório (RQ) dos mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O ₂ (a), 6 %O ₂ (b) e 3 %O ₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO ₂ , 5 %CO ₂ e 10 %CO ₂ , com adsorção de etileno.	38
Figura 10: Quociente respiratório (RQ) dos mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 0,6 %CO ₂ (a), 5 %CO ₂ (b) e 10 %CO ₂ (c), em concentrações decrescentes de 17 %O ₂ , 6 %O ₂ e 3 %O ₂ , com adsorção de etileno.	39
Figura 11: Medidas do parâmetro de Hunter L para a cor da casca de mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O ₂ (a), 6 %O ₂ (b) e 3 %O ₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO ₂ , 5 %CO ₂ e 10 %CO ₂ , com adsorção de etileno.	43
Figura 12: Medidas do parâmetro de Hunter b para a cor da casca de mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O ₂ (a), 6 %O ₂ (b) e 3 %O ₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO ₂ , 5 %CO ₂ e 10 %CO ₂ , com adsorção de etileno.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atividade produtiva do mamão produzido no Brasil no ano de 2011	1
Tabela 2 - Composições de atmosfera de estocagem do mamão utilizadas para determinação da taxa de respiração dos frutos	23

LISTA DE QUADROS

Quadro1 – Considerações sobre atmosferas de armazenamento em mamão.....	13
Quadro 2 - Análise estatística para parâmetro de Hunter L em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C.....	61
Quadro 3 - Análise estatística para parâmetro de Hunter a em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C.....	64
Quadro 4 - Análise estatística para parâmetro de Hunter b em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C.....	67
Quadro 5 – Parâmetros da regressão linear e múltipla das variáveis dependentes oxigênio, gás carbônico e quociente respiratório no final do armazenamento de 14 dias de mamões 'Golden' em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C.....	70

RESUMO

BARBOSA, Nayara Cantarino, M.Sc., TAXA DE RESPIRAÇÃO DO MAMÃO EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES CONDIÇÕES DE ATMOSFERAS DE ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2013. Orientador: Prof. Eder Dutra de Resende.

O mamão é classificado como um fruto climatérico que apresenta um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória com amadurecimento imediato pós-colheita, caracterizando-o como um fruto de alta perecibilidade. Após a colheita a respiração torna-se o principal processo fisiológico do fruto, já que ele não consegue mais absorver água, minerais e nem realizar a fotossíntese. A atividade respiratória dos frutos é influenciada pela sua fisiologia e pelas alterações químicas da maturação após a colheita, sendo que a intensidade e o tipo de atividade respiratória dependem da origem e das funções naturais de cada parte do vegetal. O estudo da taxa respiratória do mamão torna-se, então, uma alternativa para o conhecimento das transformações bioquímicas e físicas do fruto e, dessa forma, permite avaliar sua maturação e controlar o amadurecimento do fruto após a colheita. O conhecimento da taxa de respiração é um parâmetro essencial para o desenvolvimento de filmes e revestimentos mais adequados para a embalagem dos frutos. Este trabalho investigou como as diferentes composições atmosféricas podem alterar a taxa de respiração dos frutos e prolongar a vida útil de mamões 'Golden' estocados sob temperatura ambiente. Foram utilizadas atmosferas contendo 17%, 6% e 3% de O₂ combinadas com 0,6%, 5% e 10% de CO₂. Os frutos foram estocados em microcâmaras de atmosfera controlada com a adsorção total do etileno e umidade relativa entre 85%-95%, sendo a respiração medida em intervalos de 2 dias durante 13 dias. Na avaliação da taxa de respiração dos frutos nas diferentes composições de atmosferas verificou-se que ocorreu aumento da taxa de respiração durante o armazenamento dos frutos em diferentes composições de atmosferas, sendo que este aumento da taxa foi minimizado em atmosferas

com menor teor de O_2 . O aumento da concentração de CO_2 e o abaixamento do teor de O_2 reduziram acentuadamente a taxa de respiração. Tanto o abaixamento de O_2 quanto o aumento do CO_2 foi capaz de retardar os índices de mudança na cor da casca, indicando uma diminuição do processo de amadurecimento dos frutos. Conclui-se que na condição de atmosfera ideal para armazenamento de mamões Golden contendo 3 % O_2 e 5 % CO_2 ocorre uma queda de aproximadamente 55 % na taxa de respiração dos frutos mantidos em temperatura ambiente, quando comparada com a atmosfera contendo 17 % O_2 e 0,6 % CO_2 . Isto proporciona uma expectativa de duplicação da vida útil dos frutos devido ao processo de amadurecimento mais lento.

Palavras-chave: atmosfera controlada, câmaras de armazenamento, *Carica papaya*, mamão, taxa respiratória.

ABSTRACT

BARBOSA, Nayara Cantarino, M.Sc., RESPIRATION RATE OF PAPAYA FRUIT AS A FUNCTION OF DIFFERENT CONDITIONS OF STORAGE ATMOSPHERES ON ENVIRONMENT TEMPERATURE. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2013. Advisor: Eder Dutra de Resende.

The papaya is classified as a climacteric fruit that has a sharp and rapid increase in respiratory activity with immediate post-harvest ripening, characterizing it as a high perishability product. After harvest respiration becomes the main physiological process of the fruit, since he can no longer absorb water and minerals and not perform photosynthesis. The respiratory activity is influenced by their physiology and the chemical changes of aging after harvest, and the intensity and type of respiratory activity depend on the origin and the natural functions of each part of the plant. The study of the respiratory rate of papaya provides, then an alternative to the knowledge of biochemical and physical changes of the fruit and thereby allows us to assess its ripeness and controlling the ripening of fruit after harvesting. The knowledge of respiration rate is an essential parameter for the development of coatings and films most suitable for the packaging of fruit. This study investigated how different atmospheric compositions can alter the rate of respiration of fruits and prolong the life of Golden papaya stored at room temperature. It were used atmospheres containing 17%, 6% and 3% O₂ combined with 0.6%, 5% and 10% CO₂. The fruits were stored in small chambers with controlled atmosphere and total ethylene adsorption and relative humidity between 85% -95%, and respiration measurement every 2 days during 13 days. In the assessment of respiration rate of the fruit in the different compositions of atmospheres has been found that it increased the rate of respiration during

storage of fruits at different compositions of atmospheres, and this increasing rate was minimized in atmospheres with low O₂ content. The increase of the CO₂ concentration promoted a moderate decrease in respiration rate, and lowering the O₂ markedly reduced respiration rate. Both the lowering of O₂ and the increase of CO₂ was able to retard the rate of change in skin color, indicating a decrease in the ripening process of fruits. The conclusion is that provided atmosphere for storing papayas Golden containing 3% O₂ and 5% CO₂ promotes a fall of approximately 55% in the rate of respiration of the fruits kept at ambient temperature, compared to an atmosphere containing 17% O₂ and 0.6% CO₂. This provides an expected doubling of life of the fruits due to slower ripening process.

Keywords: controlled atmosphere, storage chambers, *Carica papaya*, papaya, respiration rate.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção que supera os 41 milhões de toneladas e é o maior produtor e 2º maior exportador de mamão, com os maiores pomares localizados no nordeste brasileiro e no Espírito Santo (Tabela 1) (Brazilian fruit, 2012).

Tabela 1 - Atividade produtiva do mamão produzido no Brasil no ano de 2011

Região Brasileira	Área destinada à colheita (ha)	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Valor da produção (1000 R\$)
Norte	4 096	3 860	52 349	13 561	53 341
Nordeste	22 331	22 230	1 174 510	52 834	896 191
Sudeste	8 799	8 798	616 218	70 040	331 256
Sul	391	391	4 183	10 698	5 314
Centro-oeste	264	252	7 083	28 107	6 439

Fonte: IBGE, 2011.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011), os maiores produtores estaduais são Bahia e Espírito Santo, com produção de: 928 035 e 560 576 toneladas anuais, respectivamente.

Quanto à exportação, segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) (2012) houve em 2010 uma queda no volume produzido de mamão de 1,8%, entretanto, o preço pago pelo fruto aumentou em 1,93%. O Brasil produz aproximadamente 1.871.295 toneladas de mamão por ano, sendo que apenas 27.000 toneladas são exportadas, o que representa 1,43% da produção brasileira.

Sendo um dos frutos mais cultivados em áreas tropicais, o mamão é classificado como um fruto climatérico que apresenta um aumento rápido e acentuado na atividade respiratória com amadurecimento imediato pós-colheita, caracterizando-o como um fruto de alta perecibilidade.

Devido à sua perecibilidade, tem-se que após a colheita ocorrem aproximadamente 30% de perdas causadas por fungos, insetos, manipulação inadequada, armazenamento incorreto e outros (Caldarelli *et al.*, 2009).

Após a colheita a respiração torna-se o principal processo fisiológico do fruto, já que ele não consegue mais absorver água, minerais e nem realizar a fotossíntese.

A respiração vegetal promove a transformação de compostos orgânicos em água e dióxido de carbono com a produção de energia química, que será utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao seu amadurecimento e ao seu padrão de qualidade sensorial e nutricional.

A atividade respiratória dos frutos é influenciada pela sua fisiologia e pelas alterações químicas da maturação após a colheita, sendo que a intensidade e o tipo de atividade respiratória dependem da origem e das funções naturais de cada parte do vegetal. O estudo da taxa respiratória do mamão torna-se, então, uma alternativa para o conhecimento das transformações bioquímicas e físicas do fruto e representa uma ferramenta fundamental para estabelecer procedimentos de controle da maturação e da qualidade do fruto após a colheita. O conhecimento da taxa de respiração é um parâmetro essencial para o desenvolvimento de filmes e revestimentos mais adequados para a embalagem dos frutos.

Embalagens são recipientes que envolvem os frutos e auxiliam na sua preservação de qualidade e aumento de vida útil, entretanto, a embalagem ideal para um determinado fruto deve levar em consideração a proporcionalidade entre

a taxa de respiração e a correta permeabilidade do filme aos gases da respiração, sem causar anaerobiose (fermentação) e injúrias fisiológicas.

A respiração pode ser medida por meio de dois procedimentos: um no estado estacionário, em que os frutos são mantidos em uma câmara hermeticamente fechada, na qual ocorre a variação da composição dos gases ao longo do tempo. De outra forma, pode-se medir pelo estado dinâmico, em que a taxa de respiração é medida por meio da determinação da variação da concentração dos gases diretamente no fluxo de ar entre a entrada e a saída da câmara, onde são mantidas as amostras dos frutos. Nos dois casos, podem-se utilizar diferentes atmosferas para avaliar as taxas de respiração. No caso de medidas em estado estacionário, as concentrações devem ser corrigidas após o período de determinação das medidas, para manter as composições de atmosfera que foram alteradas durante a realização dessas medidas.

A determinação da taxa de respiração em diferentes composições de atmosfera e de temperatura de armazenamento constitui uma ferramenta muito importante para a especificação de modelos que preveem o comportamento fisiológico dos frutos dentro de embalagens com filmes de diferentes permeabilidades aos gases, possibilitando a escolha ou o desenvolvimento de filmes mais apropriados a cada tipo de fruto e à sua condição de armazenamento.

No trabalho de Martins (2012) foram desenvolvidos estudos de avaliação da qualidade de mamões Golden armazenados em diferentes condições de abaixamento de O_2 e de aumento da concentração de CO_2 , notando que esses fatores contribuem com a preservação da qualidade dos frutos e a minimização do seu processo de amadurecimento. No entanto, através de uma análise sensorial verificou-se que a concentração mínima de oxigênio na atmosfera não pode ser inferior a 3 % O_2 . Nestas condições, o aumento da concentração de CO_2 até 12% também prejudicou a qualidade sensorial dos frutos. Desta forma, a condição ótima de armazenamento foi estabelecida na concentração de 3 % O_2 e 6 % CO_2 .

Com base nas informações sobre as composições de atmosferas mais adequadas para o armazenamento dos mamões Golden, neste trabalho desenvolveu-se o estudo da taxa de respiração dos frutos em diferentes teores de concentração de O_2 até o limite mínimo de 3 % e concentração de CO_2 até o limite máximo de 10 %.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi determinar a taxa de respiração do mamão armazenado em temperatura ambiente (24 °C) e mantido em diferentes composições de atmosferas contemplando o limite mínimo de 3 %O₂ e o limite máximo de 10 %CO₂, tendo em vista a preservação da qualidade dos frutos e a obtenção de informações essenciais para o desenvolvimento de embalagens adequadas aos frutos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a taxa respiratória dos frutos em diferentes concentrações de O₂ e CO₂ durante o armazenamento dos mamões Golden em temperatura ambiente;
- Determinar o quociente respiratório dos frutos em diferentes concentrações de O₂ e CO₂ durante o armazenamento dos mamões Golden em temperatura ambiente;

- Determinar a mudança de cor da casca dos frutos armazenados nas diferentes condições de atmosfera controlada para avaliar o processo de amadurecimento dos mamões Golden.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura do mamão

O mamoeiro é caracterizado como uma planta herbácea, tradicionalmente tropical, e seu centro de origem é considerado o noroeste da América do Sul, na localização da vertente oriental dos Andes e na Bacia Amazônica Superior, onde possui maior diversidade genética (Oliveira *et al.*, 1994).

O mamão pertence à família *Cariaceae* do gênero *Carica*, e atualmente existem 22 espécies do gênero, entretanto, a mais cultivada nas variadas regiões tropicais do planeta é a *Carica papaya L.* No Brasil, a variedade mais exportada é a Golden (Jacomino *et al.*, 2003).

O *Carica papaya L.* foi descoberto pelos espanhóis no Panamá e recebe inúmeras denominações nas diversas regiões, como papaya (o fruto) e papayo (a planta) em espanhol, papaye e papayer em francês, papaya, paw paw ou papaw em inglês e outros, sendo no Brasil mais conhecido como mamão e mamoeiro (Oliveira *et al.*, 1994).

O mamão, sendo uma das frutas mais comuns nos países da América Tropical, é amplamente conhecido no mundo por ser uma fonte rica em papaína, uma enzima proteolítica de ação similar à pepsina e à tripsina, que pode ser

utilizada em indústrias têxteis, farmacêuticas, de alimentos e de cosméticos. Possui um alcaloide denominado de carpaína, que pode ser utilizado como ativador cardíaco, e é uma fonte de cálcio, pró-vitamina A e C, sendo que esta possui um aumento com seu amadurecimento (Oliveira *et al.*, 1994).

No Brasil, até fins da década de 70 predominavam os cultivos “comuns” e o Estado de São Paulo era responsável por cerca de 52% de todo o mamão produzido anualmente. Entretanto, com a ocorrência do vírus do mosaico a cultura foi dizimada e migrou para outras regiões do país, retomando sua importância econômica com as cultivares “Formosa” e “Solo” principalmente no Pará, Bahia e Espírito Santo (Marin, 2004).

Para manter e aumentar as exportações de mamão foi desenvolvido no Brasil o programa “System Approach”, um programa especial de produção de mamão, adotado amplamente no Estado do Espírito Santo, que permite exportar a fruta sem que seja realizado tratamento quarentenário, que consiste em um banho com água a 48°C por 20 minutos (Alves, 2003).

A delimitação de índices residuais de defensivos presentes na fruta brasileira tende a ser fundamental para a manutenção e o controle total destas. O consumidor final deseja apenas um produto em condições de ser consumido, mas, procura um produto com uma ótima aparência, sabor, higiene, disponibilidade, além de outros requisitos que exigem cuidados especiais dos produtores e ações dos agentes comerciais, de modo que lhes garanta um produto confiável para sua saúde e com qualidade (Amaro e Caser, 2003).

Quanto à exportação brasileira de mamão, a sua maior parte se dá na forma de fruta fresca, exigindo cuidados especiais na fase de produção, colheita, pós-colheita e, particularmente no transporte, o qual deve ser realizado sob refrigeração. Estima-se que o mamão pode sofrer de 30 a 50 % de perdas após a colheita, devido à falta de cuidados no armazenamento e transporte, como a utilização de caixas menores, unidades classificadoras e outros cuidados (Ruggiero *et al.*, 2003).

3.2. Atividade Respiratória dos Frutos

Os eventos primordiais para o crescimento e amadurecimento de um fruto são a produção de energia pela fotossíntese e sua utilização pelo processo

respiratório, que é denominado metabolismo vegetal e está diretamente relacionado à respiração da planta (Fonseca *et al.*, 2002).

Enquanto o fruto ainda não foi colhido ele retira do solo os nutrientes necessários para suas reações oxidativas de respiração e amadurecimento. No entanto, com a realização da colheita o fruto possui uma limitação da fotossíntese e necessita utilizar suas reservas para continuar o ciclo respiratório e seu desenvolvimento.

Após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico da planta, já que a planta não consegue mais absorver água, minerais e nem fotossintetizar. A respiração vegetal corresponde à transformação de compostos orgânicos em água e dióxido de carbono com a produção de energia química, que será utilizada para a biossíntese de novos compostos indispensáveis ao funcionamento da planta, de forma que ela continue a produzir enzimas e estruturas moleculares essenciais ao seu amadurecimento (Chitara e Chitarra, 2003).

O ciclo vital dos frutos possui diferentes fases: o crescimento, a maturação, o amadurecimento e a senescência. O crescimento do fruto ocorre por meio de diferentes processos fisiológicos e metabólicos, como a inibição dos mecanismos de oposição ao crescimento, a canalização de nutrientes para o órgão em crescimento, a produção de energia necessária ao processo e o estímulo dos mecanismos biossintéticos (Lima e Mendonça, s.d.; Chitarra e Chitarra, 2003). A maturação ocorre antes do desenvolvimento completo do fruto e é neste estágio que ele se torna apto para o consumo humano e é o estágio em que são, em sua maioria, colhidos. O amadurecimento marca o início dos processos degradativos, no qual se tem uma modificação da pigmentação, da textura, do sabor e do aroma. A senescência marca a diminuição dos processos anabólicos e a predominância dos processos catabólicos responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos.

Quanto à sua categoria respiratória, os frutos podem ser divididos em dois grupos: os climatéricos e os não-climatéricos. Os frutos não-climatéricos possuem baixa atividade respiratória e após a colheita esta sofre um declínio, o que impede o fruto a continuar o seu processo de amadurecimento. Os frutos colhidos fora do estágio de maturação não irão completar o seu amadurecimento, mas apenas senescer (Jacomino *et.al*, 2002).

Os frutos climatéricos possuem uma maior atividade respiratória, e após a colheita, ocorre um aumento nesta taxa, o que leva ao seu amadurecimento imediato. Neste caso, os frutos podem atingir o estágio de maturação comestível na planta ou fora dela.

Os frutos climatéricos devem ser colhidos no seu estágio de amadurecimento fisiológico (maturação), pois fora deste ocorrem perdas após a colheita. O fruto colhido maduro é mais resistente às injúrias e ao armazenamento, enquanto o fruto maduro, apesar de possuir boa qualidade sensorial, não suporta as condições de transporte e armazenamento (Jacomino *et al.*, 2003) .

3.2.1. Alterações químicas, físicas e bioquímicas

O mamão é considerado um fruto climatérico, ou seja, depois de realizada a sua colheita ele continua o seu processo de amadurecimento mesmo separado da planta, com aumento da taxa respiratória e produção de etileno, um hormônio de maturação e envelhecimento (Pinto *et al.*, 2006).

Em temperatura ambiente, o mamão completa o seu ciclo de amadurecimento em alguns dias, caracterizando-o como um fruto de vida curta após a colheita. Durante o seu amadurecimento ocorrem variadas transformações, que levam ao seu amolecimento, à degradação, à síntese de compostos e outros (Morais *et al.*, 2010).

A degradação da pectina, que leva ao amolecimento da polpa, é ocasionada pelas pectinases, em especial a poligalacturonase e a pectinametilesterase, que aumentam sua atividade com o amadurecimento. À medida que o fruto amadurece, essas enzimas são responsáveis pela diminuição de 20 a 30 vezes da firmeza do fruto (Jacomino *et al.*, 2003).

O teor de açúcares em mamões é relativamente baixo, não sofrendo grandes variações após a colheita. Seus principais açúcares são sacarose, frutose e glicose. Com o amadurecimento do fruto ocorre um aumento do teor de vitaminas e também a degradação da clorofila e síntese de carotenoides, que levam às mudanças de coloração da casca (Chitarra e Chitarra, 2003).

O mamão papaya pode ser classificado quanto à sua coloração em mamão papaya verde-maduro, apresentando 25% de coloração amarela na casca, mamão papaya parcialmente maduro, apresentando de 25% a 50% de coloração

amarela na casca e mamão papaya maduro, apresentando mais de 50% de coloração amarela na casca (Kader, 1999).

3.2.2. Fatores que influenciam na respiração

A atividade respiratória dos frutos é influenciada pela sua composição e pelas alterações químicas da maturação após a colheita, sendo que a intensidade e o tipo de atividade respiratória dependem das funções naturais de cada parte do fruto. Dentre os fatores que podem influenciar a respiração dos frutos, tem-se os extrínsecos, ou seja, aqueles inerentes ao ambiente em que o fruto se encontra, e os intrínsecos, que são aqueles ligados à composição do fruto.

A superfície do produto é responsável pelas trocas hídricas e gasosas, pela proteção contra o ataque físico, químico e biológico do fruto, e atua na resistência à difusão dos gases (O_2 e CO_2). Quando esta resistência da superfície torna-se elevada, poderá ocorrer a alteração da respiração dos frutos por meio de uma diferença na pressão parcial dos gases internos e externos (Chitarra e Chitarra, 2003).

A transpiração do fruto quando em excesso, ou seja, quando sua umidade está maior do que a do ambiente, pode levar a uma maior saída de água do fruto, levando à perda de textura, ao enrugamento, à opacidade e à redução de até 10% do seu peso original (Embrapa, s.d.). Segundo Chitarra e Chitarra (2003), a perda de umidade para o ambiente está diretamente relacionada à área da superfície exposta por unidade de volume, ou seja, quanto maior a área exposta, maior será a perda de água por evaporação.

Segundo Saquet e Streif (2001), a produção de etileno, um hormônio responsável pelo amadurecimento do fruto, é outro fator a se considerar, pois com o amadurecimento, sua produção aumenta, ocasionando um estímulo para a atividade respiratória. Chitarra e Chitarra (2003) sugerem que a resposta do fruto ao etileno correlaciona-se com a presença da via alternativa (oxidase) ou via de transportes resistente ao cianureto.

O efeito da temperatura sobre os frutos pode ser benéfico ou não, pois com o seu aumento ocorre uma aceleração no processo de amadurecimento/deterioração do fruto, e com sua redução ocorre um maior tempo de conservação, porém podem ocorrer injúrias e distúrbios provocados pelo frio. Segundo Chitarra

e Chitarra (2003), a manutenção da qualidade do fruto com o aumento de vida útil é possível com a redução da temperatura, contudo, deve-se conhecer o limite mínimo suportado por ele, a TMS (Temperatura Mínima de Segurança).

Segundo Brackman *et.al.* (2004), a intensidade respiratória dos frutos é influenciada pela temperatura em que são mantidos, visto que os frutos são organismos vivos. As temperaturas baixas retardam alterações típicas do amadurecimento e o desenvolvimento de microrganismos.

Para Kader (1994), a temperatura ótima para mamões em atmosferas modificadas e controladas é de 12°C, entretanto, pode estar entre 10°C e 15°C (Kader, 2001), tendo-se a precaução de evitar as injúrias pelo frio para que o armazenamento seja bem sucedido. O controle da temperatura, segundo Iqbal *et. al.* (2009) trata-se da chave para o controle de qualidade.

A composição atmosférica a qual os produtos estão expostos também pode influenciar de forma positiva ou negativa, pois a atmosfera de crescimento ideal para os frutos é rica em oxigênio (O₂) e pobre em dióxido de carbono (CO₂). No entanto, após a colheita esses gases são modificados e em geral aumenta-se o teor de CO₂ (Fonseca *et al.*, 2002). Deve-se conhecer o limite das condições atmosféricas necessárias para cada fruto, para que não ocorram injúrias, como escurecimentos, doenças, modificações no sabor e outros.

Os danos mecânicos ocorridos na colheita, no manuseio, no transporte e outros, estimulam a atividade respiratória dos frutos e possibilitam a infecção do mesmo por microrganismos (Caldarelli *et.al.*, 2009).

3.3. Armazenamento de frutos

De forma geral, as frutas são consideradas perecíveis e necessitam de armazenamento para manutenção de sua qualidade após a colheita e o aumento do seu período comercial.

Segundo Chitarra e Chitarra (2003), o comércio de vegetais frescos pode ser prolongado pelo rápido armazenamento do produto em condições atmosféricas que mantenham sua qualidade. As condições de armazenagem variam de fruto para fruto e estão diretamente relacionadas ao sabor, ao aroma, à textura, à cor e à umidade, portanto, elas devem ser obtidas de forma que não ocorra perda apreciável de seus atributos de qualidade.

O mamão trata-se de um fruto muito susceptível às injúrias mecânicas ocasionadas pela colheita e pela manipulação ocorrida após a colheita, ou seja, durante sua seleção, classificação, embalagem e transporte (Jacomino *et.al.*, 2003).

Segundo Almeida *et al.* (2005), além das injúrias advindas de manipulação, o mamão pode sofrer a injúria pelo frio, mais conhecida como “chilling” e é resultante da exposição dos frutos a baixas temperaturas de refrigeração. O “chilling” pode afetar toda a estrutura do mamão, levando a desorganização de organelas como mitocôndrias e cloroplastos.

O controle do ambiente durante o período de armazenagem vem sendo amplamente utilizado, e pode ser obtido por meio do controle de temperatura, da circulação de ar, da umidade relativa, e da composição atmosférica, que pode ser controlada ou modificada. (Kader, 2000; Chitarra e Chitarra, 2003).

A remoção do calor do campo através de pré-resfriamento é uma importante operação no processo de conservação dos frutos, devendo ser realizada imediatamente após a colheita. Brackmann *et.al.* (2004) trabalhando com maçãs, constataram que o pré-resfriamento diminui rapidamente a temperatura da polpa, o que acarreta na redução da taxa de respiração, a perda de água e o desenvolvimento de podridões.

Na concepção de Kader (2000), a manutenção do frescor das frutas com a atmosfera controlada ou a atmosfera modificada pode levar a uma extensão de sua vida-de-prateleira, entretanto pode induzir a desordens fisiológicas.

3.3.1. Atmosfera Controlada (AC)

Muitos estudos relacionados ao monitoramento dos gases e os atributos de qualidade vêm sendo realizados nos últimos anos para uma melhor utilização da atmosfera controlada (Kader, 2000).

A atmosfera controlada consiste na modificação e no controle dos gases no meio do armazenamento prolongando a vida após a colheita, sendo seu princípio diminuir a porcentagem de O₂ e aumentar a de CO₂. Para Brackmann (2004), o armazenamento em atmosfera controlada é baseado na modificação da concentração dos gases na atmosfera natural.

Kader (1994) já diz que a atmosfera controlada pode auxiliar na manutenção da qualidade de frutos tropicais, e seus benefícios incluem a redução

da taxa de respiração, a inibição da produção e ação do etileno, o retardo do amadurecimento e a manutenção da qualidade nutricional, contudo Brackmann (2004) cita que tem-se como desvantagens o elevado investimento com a instalação das câmaras, a possível ocorrência de distúrbios fisiológicos, a necessidade de mão-de-obra qualificada para acompanhamento diário das câmaras e a redução do aroma do fruto se armazenado por longos períodos.

As frutas frescas possuem diferentes aceitações quanto à redução de O₂ e ao aumento do CO₂, conhecidas como limite de tolerância. No quadro abaixo pode-se visualizar os limites de tolerância para o mamão.

Mamão (<i>Carica papaya L.</i>)		
Fase	Redução de O ₂	Aumento de CO ₂
Benéfica	2-5%	5-8%
Injúrias	< 2%	>8%

Quadro 1: Considerações sobre atmosferas de armazenamento em mamão. Modificado de Kader (1994).

O entendimento do correto modo de ação da baixa concentração de O₂ e elevada concentração de CO₂ no metabolismo dos frutos pode auxiliar na escolha correta das condições da atmosfera controlada (Kader,1995).

Segundo Kader (2000), o uso da atmosfera controlada durante a estocagem e transporte já vinha sendo utilizado com sucesso para alguns frutos, como maçãs, pêras, kiwis entre outros, entretanto, o contínuo desenvolvimento tecnológico ainda é essencial para expandir sua aplicação, assim como estudos sobre o modo de ação do O₂, CO₂, etileno e outros gases.

Composições atmosféricas com concentrações de O₂ menores que 3% podem ocasionar em distúrbios fisiológicos nos frutos, sendo agravados pelo aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, entretanto, para composições nas faixas de 3% e 5% de O₂ não houve ocorrências de distúrbios físicos e químicos em experimentos realizados por Martins, 2005.

Uma ótima atuação de atmosfera controlada retarda a perda da clorofila, a síntese de carotenoides e antocianinas, a biossíntese e a oxidação de compostos

fenólicos, reduz a atividade de degradação enzimática nas células, e outros (Jacomino *et.al.*, 2003). Já um estresse severo poderia diminuir o pH citoplasmático e os níveis de ATP, reduzir a atividade da Piruvato desidrogenase e a ativação da Piruvato descarboxilase, lactato desidrogenase e outros, que leva a um acúmulo de acetaldeído, etanol e outros compostos prejudiciais aos frutos (Kader, 2003).

O uso de atmosfera controlada se mostrou uma eficaz ferramenta para a redução do processo de amadurecimento de frutos de mamoeiro “Golden” e “Sunrise Solo”, obtendo melhores resultados com as combinações 3%O₂ com 3%CO₂ e 3%O₂ com 6%CO₂ (Fonseca *et al.*,2003).

Fonseca *et al.* (2004) observaram que o uso de atmosfera controlada reduziu a ocorrência de Mancha Chocolate em mamão “Golden” e a suprimiu em “Sunrise Solo”, principalmente na atmosfera de 3%O₂ com 6%CO₂.

Brackmann *et al.* (2007) estudando o armazenamento de pêssegos cv. “Granada” em atmosferas controladas observaram que uma menor respiração foi encontrada utilizando-se 1%O₂ com 3%CO₂, resultado semelhante ao encontrado por Sestari *et al.* (2008) para pêssegos “Maciel” colhidos em dois estádios de maturação.

No estudo de morangos “Camarosa”, Schünemann (2008) observou que o uso de 4%O₂ com 10%CO₂ em atmosfera controlada foi eficiente na preservação de ácido ascórbico e reduziu a perda de peso durante os 9 dias de armazenamento, o que não foi observado por Júnior (2011) com morangos ‘Oso Grande’ em diferentes condições de atmosferas.

Galarça *et al.* (2008) estudaram a influência da atmosfera controlada em mirtilo e observaram a redução dos processos metabólicos das frutas e ainda concluíram que a atmosfera controlada é capaz de melhor preservar o sabor das frutas em relação à refrigeração.

No estudo de maçãs ‘Gala’, Weber *et.al* (2013) verificaram que a utilização de diferentes atmosferas controladas garantiu uma menor perda de firmeza dos frutos, não influenciando no teor de sólidos soluveis e nem na acidez titulável, o que também foi encontrado por Correa *et.al.* (2012) no estudo de diferentes porta-enxertos de polpa de maçã, entretanto, Brackmann *et.al.* (2009) observaram que pêssegos ‘Eragil’ armazenados em atmosferas controladas, apesar de não sofrerem influência no teor de sólidos soluveis, apresentaram um maior teor de

acidez titulável quando sob condições de atmosfera controlada, e ainda concluíram que o uso da atmosfera controlada reduz a lanosidade e o escurecimento interno da polpa, além de reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos.

3.3.2. Embalagem em atmosfera modificada

A embalagem pode ser definida simplesmente como a proteção externa de uma mercadoria, ou seja, o material que envolve o alimento, podendo ser de papel, filme, tecido e outros.

Segundo Kader (1986), os avanços obtidos com filmes poliméricos estimularam a utilização de filmes plásticos para a proteção de frutas e vegetais com uma vasta gama de caracteres de difusão de gás. Esta utilização pode reduzir as injúrias mecânicas, melhorar a sanitização, trabalhar com a exclusão da luz, com a manutenção da umidade relativa e outros.

Embalagem em atmosfera modificada consiste em utilizar uma embalagem que envolva, proteja o alimento e seja capaz de manter uma composição gasosa desejada em seu interior, de forma a inibir ou retardar o desenvolvimento microbiano e algumas reações químicas (Sousa e Alves, 2008).

De acordo com Moretti (2007), o efeito combinado das concentrações de O_2 e CO_2 diminui a taxa respiratória, retarda o amadurecimento e retém a clorofila e as vitaminas melhorando o seu armazenamento. A modificação da atmosfera pode se dar de forma inerte, por meio da permeabilidade do filme aos gases ou pela injeção de gases de concentrações determinadas no interior da embalagem após a realização do vácuo.

A determinação da composição gasosa da embalagem irá depender do produto selecionado e do tempo de estocagem e/ou transporte. No caso de morangos, Calegaro et.al. (2002) conseguiram manter a qualidade dos frutos por 7 dias com a utilização de embalagens de polietileno de 90 μ m de espessura com as concentrações de 3% O_2 com 10% CO_2 e 5% O_2 com 15% CO_2 armazenados a 0°C.

No caso de bananas prata, Brackmann *et al.* (2006) verificaram que com a absorção de etileno, os frutos poderiam ser armazenados em atmosfera modificada durante 14 e 21 dias a 25°C e 12°C, respectivamente, e com altas concentrações de CO_2 .

A utilização de filmes plásticos para a conservação e consequente aumento da vida útil de frutos pode ser viável, entretanto, segundo Kader (1986), uma embalagem com filme polimérico é dependente de diversos fatores, tais como: a permeabilidade do filme aos gases, a taxa de respiração da fruta a ser embalada, as características de difusão do gás que pode influenciar nas concentrações no interior da embalagem, o volume livre da embalagem e os fatores ambientais externos (temperatura, umidade, velocidade do ar e outros).

A mesma necessidade de estudo e otimização é relatada por Sarantópoulos (1997) para produtos minimamente processados e frescos, devendo-se avaliar os fatores físicos, químicos, bioquímicos e ambientais para que a composição da atmosfera possa se equilibrar.

Na utilização de atmosferas modificadas na conservação pós-colheita da amora preta por Cia *et.al.* (2007) o polietileno de baixa densidade (PEBD) foi eficaz, reduzindo a perda de massa, não causando alterações nos teores de sólidos solúveis, acidez e pH, entretanto favorece a ocorrência de podridões.

Pfaffenbach *et.al.* (2003) estudando a utilização de atmosfera modificada em manga espada vermelha, constataram que uma das embalagens testadas, de PEBD + sachê contendo permanganato de potássio (sequestrante de etileno) obteve um efeito positivo no controle do aparecimento de manchas deteriorativas e na manutenção da qualidade dos frutos armazenados em refrigeração. Resultado similar foi encontrado por Santos *et.al.* (2011) no estudo de mangas 'Tommy Atkins' acondicionadas em filmes plásticos com a presença ou ausência do absorvedor de etileno.

Arruda *et.al.* (2010) estudando laranjas 'Pêra' constataram que a utilização de embalagens de cloreto de polivinila (PVC) e polipropileno em atmosfera modificada permitiu uma melhor conservação dos frutos por um período de 9 dias a 12 °C e 12 dias a 6 °C.

Ferri *et.al.* (2004) estudando o armazenamento de caquis cultivar Fuyu em atmosferas modificadas, observaram que a utilização da mesma dobra o período seguro de armazenamento dos frutos quando comparado à atmosfera ambiente.

Estudando o uso de atmosferas modificadas em bananas 'Pacovan', Cardoso *et.al.* (2008) concluíram que a sua utilização através dos filmes plásticos de PVC e polietileno reduziu de maneira significativa a perda de massa dos frutos,

e no caso da embalagem de PVC, os frutos apresentaram boas características físico-químicas, necessárias a uma maior conservação dos mesmos.

3.4. Modelagem da taxa de respiração

Segundo Peppelenbos *et al.* (1996), em estudos com atmosferas em que os frutos e vegetais são expostos a baixas concentrações de O_2 e altas concentrações de CO_2 , resultou na redução da taxa respiratória e ocasionou um ritmo mais lento de maturação e mudanças na qualidade.

Song *et.al.* (2002) relacionaram um controle inadequado da composição gasosa com a ocorrência de fermentação, acelerada deterioração fisiológica e a diminuição no tempo de vida útil.

Os modelos de respiração existentes na atualidade são, em sua maioria, utilizados apenas para prever a influência de fatores externos, tais como diferentes atmosferas, temperatura e outros (WANG *et al.*, 2010).

Segundo Fonseca *et.al.* (2002), o desenvolvimento de modelos matemáticos possui muitas limitações, necessitando da utilização de técnicas analíticas e equipamentos sofisticados, análise do número de variáveis estudadas e outros. De acordo com Wang *et al.* (2010), a criação de um modelo que descreva a taxa de respiração apresenta dificuldades pela não linearidade das interações envolvidas, ou seja, da temperatura, e das concentrações de CO_2 e O_2 .

De forma geral, os estudos de respiração têm influência da temperatura, da concentração dos gases e do controle das variáveis (Fonseca *et.al.*, 2002).

A maioria dos modelos matemáticos presentes na literatura são baseados na cinética enzimática ou em teorias de adsorção, e mais recentemente, a taxa respiratória vem sendo expressa pela equação de Michaelis-Menten, uma relação quantitativa entre a cinética enzimática e a concentração do substrato, sendo expressa como na Equação 1 (Motta, s.d.).

$$V_0 = \frac{V_{\max} \times [S]}{K_m + [S]} \quad (1)$$

Onde:

V_0 = Velocidade inicial (m/s)

V_{\max} = Velocidade máxima de saturação (m/s)

K_m = Constante de ligação enzima-substrato

[S] = Concentração do substrato (M)

Peppelenbos e Van't Leven (1996) descreveram um modelo baseado na cinética de Michaelis-Menten (Equação 2), no qual avaliaram a relação existente entre as concentrações de O_2 e CO_2 e o consumo de O_2 . Entretanto, o modelo assume que quando a concentração de O_2 é próxima de 0 não ocorre produção de CO_2 , ou seja, não ocorre o processo fermentativo que gera produtos como a alanina e o lactato.

$$V_{O_2} = \frac{V_{mO_2} \times O_2}{(K_{mO_2} + O_2) \times \left(\frac{1 + CO_2}{K_{mnCO_2}} \right)} \quad (2)$$

Onde:

V_{O_2} = Taxa respiratória (mL/Kg.h)

V_{mO_2} = Máxima taxa de consumo de oxigênio na respiração (mL/Kg.h)

K_{mO_2} = Concentração de O_2 quando a taxa de consumo é de no máximo 50% (%)

K_{mnCO_2} = Concentração de CO_2 quando a inibição do consumo de O_2 é de 50% (%)

O_2 = Concentração de O_2 (%)

CO_2 = Concentração de CO_2 (%)

Segundo Fonseca *et.al.* (2002), o papel do CO_2 na respiração pode sofrer alguns tipos de inibição, sendo que a mesma deve ser adequada para cada caso e seu modelo geral da respiração ficaria de acordo com a Equação 3.

$$R = \frac{\alpha \times y_{O_2}}{\phi + y_{O_2}} \quad (3)$$

Onde:

R = Taxa respiratória (mL/Kg.h)

α = Taxa máxima de consumo de O₂ ou a taxa máxima de produção de CO₂ (mL/Kg.h)

Φ = Constante de dissociação do complexo

y_{O_2} = Concentração de O₂ (%)

Segundo Lencki (2004), apesar da respiração ocorrer pela via glicolítica, um modelo feito para a taxa respiratória quando o substrato é a glicose seria inviável, devido à dificuldade em avaliar as diferenças na concentração de glicose sem destruir o material e, portanto, estimou um modelo (4) tendo como substrato a taxa de absorção de O₂ ou a produção de CO₂.

$$R_{res} = \frac{V_T}{6W_p} \times \frac{d[O_2]_T}{d_t} \quad (4)$$

Onde:

R_{res} = Taxa respiratória (mol/Kg.s)

V_T = Volume total do recipiente (L)

W_p = Peso total do produto (Kg)

$[O_2]_T$ = Número total de mol dissolvido de oxigênio (mol/L)

Segundo Fonseca *et.al.* (2002), nenhum modelo pode ser definido como o mais adequado, pois eles não abrangem todos os tipos de inibição e não são capazes de apresentar bons resultados para todos os produtos.

O modelo pode ser inibido de forma competitiva (equação 5), quando o inibidor e o CO₂ competem pelo mesmo sítio ativo, não competitiva, quando o inibidor reage com o complexo enzima-substrato (equação 6) ou reage com a enzima e com o complexo (equação 7) e ainda pode ter todos os tipos de inibição combinados (equação 8). Para cada tipo de inibição deve-se avaliar a melhor forma de adaptar a fórmula cinética (Fonseca *et.al.*, 2001).

$$R = \frac{\alpha \times y_{O_2}}{\phi \times \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{y_c}\right) + y_{O_2}} \quad (5)$$

$$R = \frac{\alpha \times y_{O_2}}{\phi + y_{O_2} \times \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{y_u}\right)} \quad (6)$$

$$R = \frac{\alpha \times y_{O_2}}{(\phi + y_{O_2}) \times \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{y_n}\right)} \quad (7)$$

$$R = \frac{\alpha \times y_{O_2}}{\phi \times \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{y_c}\right) + y_{O_2} \times \left(1 + \frac{y_{CO_2}}{y_u}\right)} \quad (8)$$

Onde:

R = Taxa respiratória (mL/Kg.h)

α = Taxa máxima de consumo de O₂ ou a taxa máxima de produção de CO₂ (mL/Kg.h)

Φ = Constante de dissociação do complexo

y_{O_2} = Concentração de O₂ (%)

y_{CO_2} = Concentração de CO₂ (%)

y_u = Concentração do inibidor não competitivo com a enzima-substrato (%)

y_c = Concentração do inibidor competitivo (%)

y_n = Concentração do inibidor não competitivo (%)

Caleb *et.al.* (2012) estudando arilos de romãs estimaram um modelo em função do tempo e da temperatura na respiração do fruto minimamente processado para prever o ciclo respiratório tanto em função do consumo de O₂, quanto em função da produção de CO₂.

Em estudos respiratórios de banana, Heydary *et. al.* (2010) testaram 3 equações baseadas no modelo de Michaelis-Menten, e chegaram à conclusão de que a melhor equação para descrever a respiração da banana seria a não-competitiva, entretanto, Bhande *et.al.* (2007) ao estimarem modelos respiratórios para banana encontraram um modelo cinético baseado em Arrhenius com dependência de temperatura.

4. METODOLOGIA

4.1. Matéria-prima

Neste experimento foram utilizados mamões da cultivar “Golden” selecionados na linha de operação de embalagem da Empresa Caliman Agrícola S.A, situada no município de Linhares – Espírito Santo, sendo que os frutos foram colhidos com aproximadamente 10 a 15% de coloração amarela na casca e peso médio de 350 g.

Os frutos foram higienizados, para remoção de impurezas do campo e em seguida passaram por tratamento hidrotérmico (48°C/20 minutos), etapa conhecida como quarentenário, que é uma exigência do Programa Papaya do Animal and Plant Health Inspection Service – United States Department of Agriculture (APHIS-USDA) para limpeza e sanitização dos frutos de mamoeiro da mosca das frutas. Posteriormente os frutos passaram pelo banho de resfriamento (12°C/ 20 minutos), e por dois banhos com fungicidas (Tecto e Amistar) por 2 minutos, realizando secagem com ar seco seguida da seleção dos frutos.

Em salas refrigeradas a 16°C, os frutos foram selecionados mecanicamente por peso e depois por meio de um painel de operadores por estágio de maturação. Ao final, os mamões foram embalados com papel de seda

e acondicionados em caixas de papelão ondulado de 3,5 Kg, paletizado, e estocados a 10°C. O transporte dos frutos foi feito em caminhões refrigerados a 10°C até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, onde os experimentos foram conduzidos após 36 horas da colheita.

No Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/CCTA), os frutos foram inspecionados para evitar defeitos de injúria mecânica e corretamente identificados para análises de qualidade. Posteriormente foram tratados com as duas soluções fungicidas, Amistar e Tecto em concentrações de 5,0%, em imersão de 15 minutos cada um e secos naturalmente para depois serem colocados nas microcâmaras de atmosfera controlada, previamente higienizadas com solução de formaldeído 50%. As microcâmaras possuem estantes de aço inoxidável com bandejas perfuradas que permitem o arranjo dos mamões sem a ocorrência de amassamentos e facilitando a circulação interna de ar por meio de um ventilador (Figura 1).



Figura 1: Operações de identificação, tratamento fungicida e armazenamento dos frutos no interior das câmaras de atmosfera controlada.

4.2. Planejamento experimental

Com base nos resultados de otimização das condições de estocagem do mamão Golden determinados por Martins (2012), que identificou as atmosferas

que preservam a qualidade dos frutos e aumentam a vida útil após a colheita, foram definidas as diferentes condições de atmosfera de armazenamento a serem contempladas nos ensaios de medidas de taxa de respiração (Tabela 2).

Para a temperatura de armazenamento, foram avaliadas as taxas de respiração em três composições de atmosferas contendo traços de CO₂ e níveis decrescentes de O₂, desde a atmosfera ambiente, um nível intermediário e um nível mínimo de 3 % de O₂. As concentrações de CO₂ também foram avaliadas em três níveis, contemplando uma faixa de níveis mínimos até concentrações que não promovem sensíveis distúrbios fisiológicos nos frutos (10 % CO₂). Houve a adsorção de etileno durante o experimento.

Tabela 2 - Composições de atmosfera de estocagem do mamão utilizadas para determinação da taxa de respiração dos frutos

Concentrações dos gases nas microcâmaras		
Tratamentos	% O₂	% CO₂
1	17,0 %	0,6%
2	17,0 %	5,0%
3	17,0 %	10,0%
4	6,0 %	0,6%
5	6,0 %	5,0%
6	6,0 %	10,0%
7	3,0 %	0,6%
8	3,0 %	5,0%
9	3,0 %	10,0%

Os frutos foram estocados em microcâmaras mantidas em câmara de refrigeração à temperatura de 24 °C . Em intervalos de dois dias, para cada atmosfera foram realizadas as medidas da taxa de respiração dos frutos, totalizando quinze dias ou até o total amadurecimento dos frutos. Em cada microcâmara foram estocados aproximadamente 20 quilogramas de frutos. As condições de umidade relativa na câmara de estocagem refrigerada foram mantidas na faixa de 85-95 %UR. A circulação de ar foi garantida por pequenos

ventiladores instalados na parte superior do fundo de cada microcâmara. Um grupo controle foi mantido fora das microcâmaras à temperatura de 24 °C e sem adsorção de etileno.

Os frutos foram avaliados quanto ao estágio de maturação, no início do armazenamento e durante cada tempo de análise das leituras de taxa de respiração nas diferentes condições de atmosfera controlada, realizando leituras de cor da casca por meio do colorímetro de Hunter.

4.3. Operação das microcâmaras de atmosfera controlada

4.3.1. Controle manual

A operação de funcionamento das microcâmaras consiste na calibração das microcâmaras de acordo com as atmosferas desejadas. Este controle manual permite a injeção de O₂, CO₂ e N₂ e a adsorção do CO₂ e de etileno nas microcâmaras.

Para alcançar níveis inferiores de O₂, foram realizadas injeções do gás nitrogênio (N₂) na microcâmara, e posteriormente, injeções de CO₂ para que o nível desejado fosse obtido.

Os procedimentos manuais só foram iniciados após a estocagem dos frutos nas microcâmaras devidamente identificados e correta vedação das mesmas.

4.3.2. Controle automático

O controle automático foi ativado após todas as microcâmaras terem sido ajustadas manualmente, e consiste em uma automação em que se define o tempo de injeção de O₂, N₂ e CO₂ e também a adsorção de CO₂ e C₂H₄ (etileno), sendo estes valores ajustados ao longo da estocagem conforme a taxa de respiração dos frutos, possibilitando um ajuste fino da concentração dos gases nas microcâmaras.

A adsorção do CO₂ foi obtida pela passagem do gás em um tanque (0,7 x 0,41 x 0,4m) contendo uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 30% PA, enquanto a adsorção do gás C₂H₄ foi realizada por meio da passagem do gás das microcâmaras em colunas de permanganato de potássio.

A leitura da concentração de O_2 e CO_2 foi realizada em 220 segundos na microcâmara correspondente e após a leitura ocorreu a correção das concentrações nos níveis pré-fixados.

A adsorção de C_2H_4 foi conduzida durante 2 minutos em cada microcâmara, possibilitando uma adsorção de aproximadamente 12 ppm do gás em cada intervalo de adsorção. O esquema operacional do sistema de microcâmaras de atmosfera controlada está indicado na Figura 2.

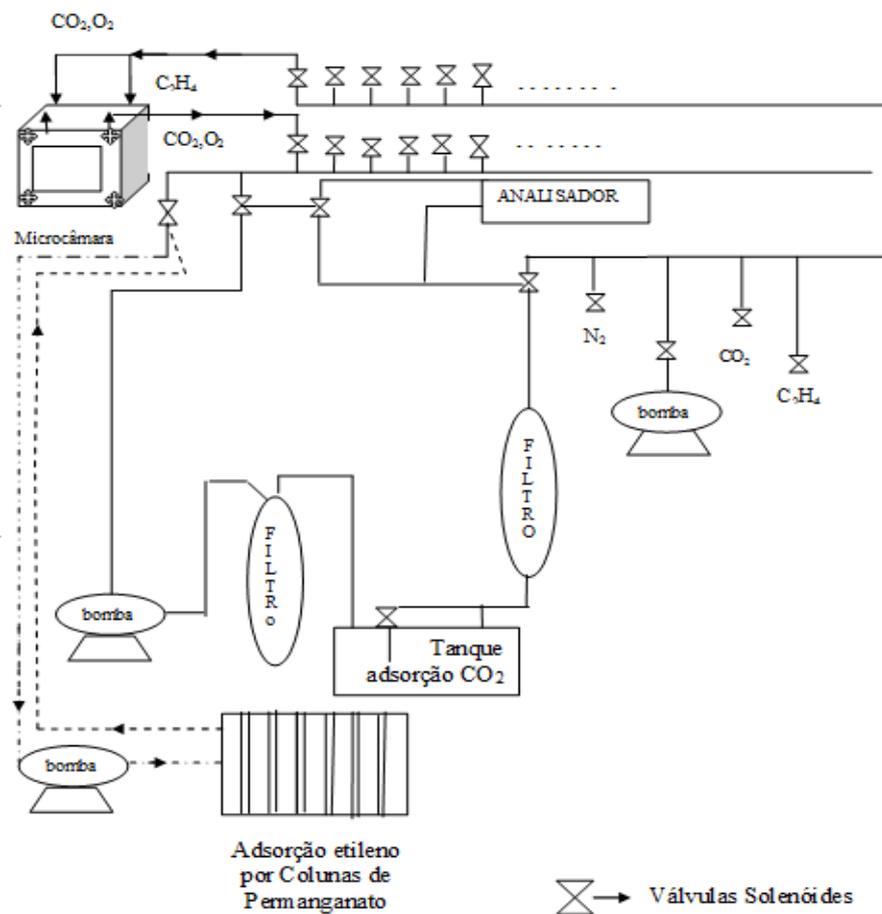


Figura 2: Esquema representativo do funcionamento das microcâmaras de atmosfera controlada (Martins, 2005)

4.3.3. Instrumentação do sistema de medidas dos gases

A concentração dos gases no interior das microcâmaras foi obtida por meio de um analisador de gases, sendo o O_2 por um sensor paramagnético, medindo a difusão do gás em coluna a partir de uma placa de zircônio aquecida a $80^\circ C$ com o sistema previamente calibrado, e o CO_2 por um sensor infravermelho acoplado ao sistema e previamente calibrado. Os resultados, tanto para O_2 como para CO_2 , são expressos em $\% Kg^{-1} h^{-1}$ com uma precisão de 0,01% (Figura 3).



Figura 3: Sistemas de visualização das medidas nas microcâmaras em analisador acoplado e computador.

4.4. Determinação da taxa de respiração dos frutos

A determinação da taxa de respiração foi baseada no modelo em estado estacionário em que as câmaras são mantidas em condições definidas para cada composição de atmosfera controlada. As medidas foram realizadas em intervalos regulares de tempo de dois dias, quando todo o sistema de injeção e adsorção de gases foi desativado para permitir apenas as medidas dos gases produzidos ou consumidos pela respiração dos frutos no interior das microcâmaras.

Para a realização das medidas foi utilizada uma metodologia desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Alimentos por Martins (2012), que baseia-se na estabilização e controle da atmosfera em uma microcâmara vazia posicionada imediatamente antes da microcâmara de medida da respiração. Este procedimento foi utilizado para minimizar erros de medida provenientes da contaminação da microcâmara de leitura com os gases provenientes da microcâmara anterior. As medidas foram feitas em triplicatas para cada condição de atmosfera de armazenamento.

4.4.1. Procedimento operacional para medida da taxa de respiração

O procedimento operacional para as medidas das taxas de respiração nas microcâmaras contempla a utilização de uma câmara de estabilização e duas câmaras de medida para cada atmosfera. As câmaras de estabilização não

possuem frutos em seu interior, e são responsáveis pela manutenção das concentrações gasosas desejadas para cada atmosfera e minimização da contaminação dos gases provenientes das câmaras anteriores. Essas câmaras são mantidas controladas durante todo o tempo de realização do experimento.

As câmaras de medida foram controladas em cada atmosfera de armazenamento durante todo o experimento. Contudo, para a realização das medidas de respiração, o sistema de injeção e adsorção de gases foi desativado por um período de aproximadamente 5 horas, permitindo que fosse feito somente a leitura da concentração de O₂ e CO₂ no interior de cada microcâmara. Para cada microcâmara foram realizadas cinco leituras com intervalos de aproximadamente 1 hora para cada medida. As medidas das concentrações de O₂ e CO₂ ao longo do tempo foram linearizadas para se obter a inclinação da curva que caracteriza a taxa de respiração em cada atmosfera de armazenamento, conforme a seguinte equação:

$$R_{\text{resp}} = \frac{\Delta\%}{\Delta_t} \times \frac{1}{m} \quad (9)$$

Onde:

R_{resp} = Taxa de consumo de O₂ ou produção de CO₂ (% / Kg h)

$\Delta\%$ = Concentração de O₂ ou de CO₂ ao longo do tempo (%)

Δ_t = Tempo de realização das medidas de respiração (h)

m = Massa de frutos no interior de cada microcâmara (Kg)

A taxa de respiração pode ser representada em termos do volume de O₂ consumido ou de CO₂ liberado ao longo do tempo de armazenamento dos mamões. Para isto determinou-se o espaço vazio contido no interior das microcâmaras, considerando o volume total interno, subtraído do volume das estantes e do volume dos frutos. A Figura 4 mostra o esquema representativo com as respectivas dimensões das microcâmaras instaladas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos.

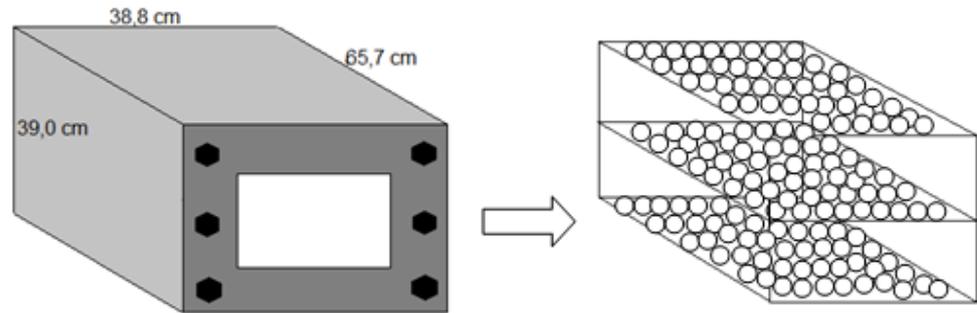


Figura 4: Esquema representativo das microcâmaras instaladas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF

As microcâmaras apresentam um padrão de tamanho com largura de 38,8 cm, profundidade 65,7 cm e altura 39,0 cm, apresentando volume de 99,42 L e portas de altura 39,0 cm, largura de 38,8 cm e profundidade de 2,7 cm, com volume de 4,086 L. No interior de cada microcâmara tem-se uma estante composta por 3 prateleiras perfuradas de área 1023 cm^2 , e diâmetro 1,69 cm, ocupando um volume calculado de 0,6469 L.

O volume de cada fruto foi obtido por meio da utilização de parâmetros de densidade aparente de amostra representativa de uma população infinita dos mamões Golden, considerando o seu estágio de maturação.

As medidas de densidade aparente foram realizadas por meio de imersão do fruto em béquer de 2000 mL contendo 1600 mL de água destilada com dimensões conhecidas, em temperatura constante de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. A altura da água deslocada no béquer foi medida com auxílio de paquímetro, permitindo o cálculo direto do volume de água deslocado pelo fruto. A massa do fruto foi medida em balança eletrônica GEHAKA, modelo BC 2000, com capacidade para 2,020 g e precisão de 0,01 g. A densidade aparente foi obtida pela razão entre a massa e o volume de água deslocado pelo fruto, com medidas em g/cm^3 .

A determinação da taxa de respiração com respeito ao volume dos gases consumidos ou liberados pelos frutos foi obtida conforme a Equação 10.

$$R_{vol} = \frac{\Delta_{\%}}{\Delta_t} \times \frac{V_{ev}}{100} \times \frac{1}{m} \quad (10)$$

Onde:

R_{vol} = Taxa de consumo de O_2 ou produção de CO_2 (mL / Kg h)

$\Delta_{\%}$ = Concentração de O_2 ou de CO_2 ao longo do tempo (%)

Δ_t = Tempo de realização das medidas de respiração (h)

m = Massa de frutos no interior da microcâmara (Kg)

V_{ev} = Volume de espaço vazio da microcâmara (mL)

4.4.2. Medida do quociente respiratório (R.Q.) dos frutos

A medida do quociente respiratório (R.Q.) foi obtida pela razão entre a taxa de produção de CO_2 e a taxa de consumo de O_2 para cada condição de armazenamento dos frutos em diferentes composições de atmosferas e mantidos em temperatura ambiente, conforme Equação 11.

$$RQ = \frac{CO_2}{O_2} \quad (11)$$

Onde:

RQ = Quociente respiratório

CO_2 = Taxa de produção de gás carbônico ($mL \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$)

O_2 = Taxa de consumo de oxigênio ($mL \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$)

4.5. Determinação da cor dos frutos

A determinação da cor foi realizada na casca, sendo duas medidas equidistantes no lado exposto (EXP), aquele que sofreu exposição ao sol, e duas no lado não exposto (NEXP). Foi realizada a determinação da cor no início do experimento e após cada leitura da taxa de respiração, utilizando o colorímetro da marca Hunterlab Miniscan Spectrophotometer xe Plus, previamente calibrados com placas refletivas de cores preta e branca, com padrão de iluminação D65 e observador com ângulo de 10° (Figura 5). Os resultados foram expressos pelo sistema L, a e b de Hunter, em que os valores de L (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores de a correspondem ao vermelho (+a) e verde (-a) e de b, amarelo (+b) ou azul (-b).

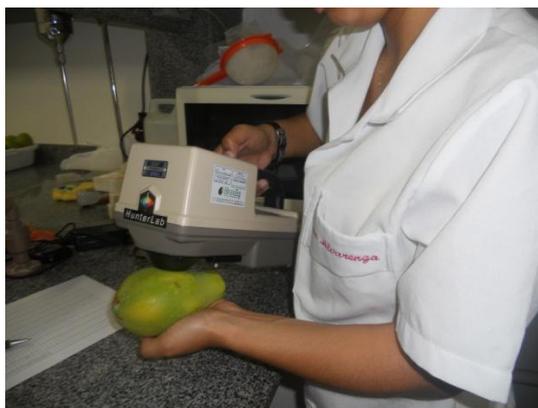


Figura 5: Leitura dos parâmetros de Hunter L,a e b

4.6. Análise estatística

O experimento foi montado em um Delineamento em Blocos Casualizados utilizando um Planejamento Fatorial para avaliar os 9 tratamentos de atmosferas de armazenamento, com três repetições. Os dados referentes à coloração foram interpretados por análise simples estatística e as características analisadas foram avaliadas considerando uma população infinita de frutos, segundo o método de amostragem simples ao acaso (ASA), considerando o nível de 5% de probabilidade. As médias foram comparadas utilizando-se o teste “t” de Student por intervalo de confiança. A amostra ideal foi dimensionada para população infinita de frutos considerando além do nível de significância, o desvio de 10% em torno da média amostral, para todas as características analisadas.

Os dados referentes à taxa de respiração e ao quociente respiratório dos frutos foram avaliados por modelos de regressão para interpretar as diferenças entre os tratamentos com diferentes atmosferas considerando o coeficiente de correlação dos dados. Os resultados foram processados por meio do programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (SAEG, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Taxa de respiração

Os frutos acondicionados fora das microcâmaras em temperatura de 24 °C (grupo controle) apresentaram maturação e crescimento microbiano a partir do 3º dia de armazenamento. Os parâmetros da regressão utilizados para a descrição das fórmulas de consumo de oxigênio ($O_2 = 2,7878 + 369,7570O_2 + 5,9609CO_2 - 0,3286temp - 1444,7900O_2^2 - 238,4010CO_2^2 + 0,0227temp^2 - 222,4030O_2CO_2 + 9,0341O_2temp - 0,4870CO_2temp - 16,9291O_2CO_2temp$) e produção de gás carbônico ($CO_2 = 4,1788 + 364,1800O_2 - 4,2496CO_2 - 0,0377temp - 1426,7400O_2^2 - 108,8610CO_2^2 + 0,0525temp^2 - 426,1320O_2CO_2 + 4,5953O_2temp - 4,0201CO_2temp$) se encontram no Quadro 5 no apêndice C. Os dados experimentais e as equações de ajuste da taxa de respiração dos mamões 'Golden' armazenados sob temperatura ambiente em atmosferas contendo concentrações de 17 % O_2 combinadas com 10%, 5% e 0,6 % CO_2 estão apresentados na Figura 6.

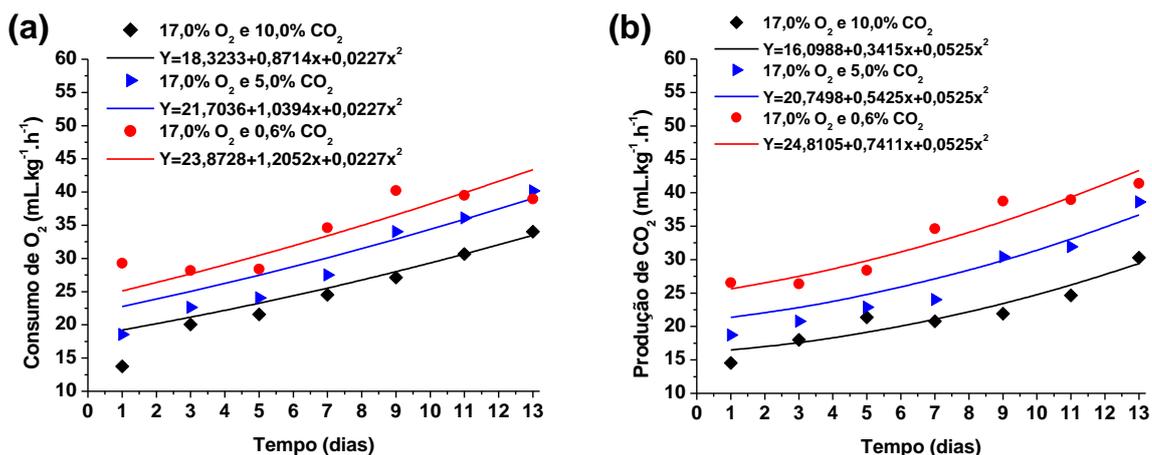


Figura 6: Taxa de consumo de O₂ (a) e produção de CO₂ (b) de mamões Golden armazenados por 13 dias sob temperatura ambiente (24°C) em atmosferas contendo as concentrações de 17 %O₂ combinadas com 0,6%, 5% e 10% de CO₂, em microcâmaras com adsorção de etileno ($R_{CO_2}=0,8376$; $R_{O_2}=0,8570$).

Na avaliação da taxa de produção de CO₂ e do consumo de O₂ dos frutos armazenados em atmosferas com 17 %O₂ verifica-se o comportamento climatérico caracterizado pelo aumento da taxa de respiração dos mamões durante o período de armazenamento dos frutos colhidos no estágio pré-climatérico (Figura 6). Isto contrasta com o trabalho de Bron e Jacomino (2006), que não encontraram comportamento climatérico no estudo do amadurecimento e da qualidade do mamão Golden colhido em diferentes estádios de maturação e mantidos a 20°C por 9 dias de armazenamento. No entanto, Wills e Widjanarko (1995) verificaram que variedades de mamão australiano apresentam incremento de respiração após 5 dias de armazenamento a 20 °C.

No caso dos frutos mantidos em atmosfera com nível mínimo de CO₂ (0,6 %) verifica-se que o início do incremento da respiração ocorre a partir do 5º dia de armazenamento, alcançando o valor máximo de produção de CO₂ de 41,4 mL.kg⁻¹.h⁻¹ aos 13 dias (Figura 6.b), ocorrendo o aumento de 35,9% na taxa de respiração durante o amadurecimento dos frutos. O aumento da concentração de CO₂ até 10% promoveu uma redução de 45,2% na taxa de produção de CO₂ no início do armazenamento. No entanto, ocorreu aumento da taxa de respiração desde o início até o final de 13 dias de armazenamento, alcançando valores finais de 35,9% mais baixos para a taxa de produção de CO₂ (30,27 mL/Kgh). Segundo Martins (2012), o mamão Golden mantido em atmosfera com alto teor de O₂ (20,8%) e baixo teor de CO₂ (0,1%) apresenta aumento da taxa de respiração a

partir do 10^o dia de armazenamento a 13 °C, alcançando o valor máximo de taxa de produção de CO₂ de 33,18 mL/kg.h aos 30 dias.

O comportamento dos frutos armazenados em atmosferas com 6 %O₂ combinadas com 10%, 5% e 0,6% de CO₂ foi similar àquele observado em concentração mais elevada de O₂ (Figura 7). No entanto, o abaixamento da concentração de O₂ promoveu uma redução moderada na taxa de respiração dos frutos. Os mamões armazenados em 6 %O₂ e 0,6 %CO₂ apresentaram uma redução de 13,9% na taxa de produção de CO₂ no início do armazenamento e alcançaram 31,75 mL/Kgh ao final de 13 dias, representando uma redução de 23,3% na taxa de respiração ao final do armazenamento. Nota-se também que nestas condições de atmosfera com 6 %O₂ ocorreu influência menos pronunciada do aumento da concentração de CO₂ na redução da taxa de respiração dos frutos. No início do armazenamento, o aumento da concentração de CO₂ de 0,6% para 10% provocou uma redução de 27,6% na taxa de produção de CO₂, com uma magnitude menor do que aquela observada na atmosfera com mais alto teor de O₂ (Figura 7.b). O mesmo comportamento foi observado ao final de 13 dias de armazenamento, quando o aumento da concentração de CO₂ provocou uma redução de 16,2% na taxa de produção de CO₂.

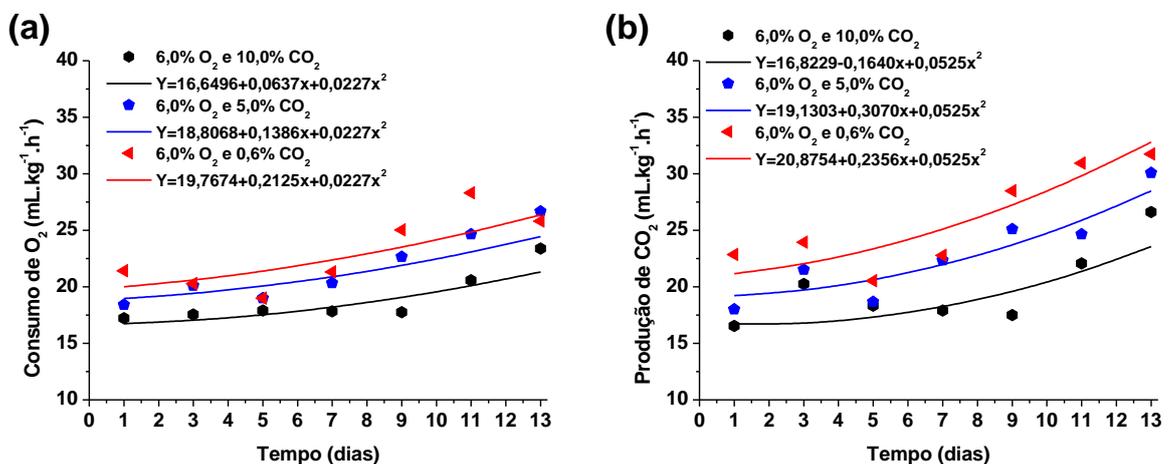


Figura 7: Consumo de oxigênio dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 6% de O₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO₂ (a); Produção de gás carbônico dos mamões armazenadas nas composições atmosféricas de 6% de O₂ e 0,6%, 5% e 10% de CO₂ (b) ($R_{CO_2}=0,8376$; $R_{O_2}=0,8570$).

No caso de atmosfera contendo o nível mínimo de 3 %O₂, nota-se que a redução da taxa de respiração dos frutos mantidos em atmosfera com 0,6 %CO₂ foi ainda mais pronunciada, alcançando uma taxa de produção de CO₂ de 12,51 mL/Kgh, representando uma queda de 52,9% da taxa de respiração no início do armazenamento (Figura 8). Destaca-se também que, nestas condições, os frutos apresentam um incremento da taxa de respiração durante todo o período de armazenamento, alcançando magnitude de 47,6% de variação da taxa de produção de CO₂, caracterizando o padrão de comportamento climatérico dos frutos (Figura 8.b).

No final de 13 dias de armazenamento em atmosfera contendo 3 %O₂ e 0,6 %CO₂ (Figura 8), a taxa de produção de CO₂ alcançou 23,49 mL/Kgh, representando uma redução da taxa de respiração de 45,9%, quando comparada com a atmosfera de mais alta concentração de oxigênio (17%).

A taxa de respiração dos frutos nas atmosferas contendo o nível mínimo de 3 %O₂ também foi influenciada pelo aumento da concentração de CO₂. No início do armazenamento, o aumento da concentração de CO₂ de 0,6% para 10% provocou uma queda de 51,6% na taxa de produção de CO₂, alcançando 6,05 mL/Kgh (Figura 8.b). Ao final de 13 dias de armazenamento, esta redução foi de 35,6%, alcançando uma taxa de 15,14 mL/Kgh.

Cliffe-Byrnes e O'Beirne (2007) estudando o efeito da atmosfera e da temperatura na taxa respiratória de cogumelos observaram que a redução do oxigênio diminuiu significativamente a taxa respiratória, sendo os efeitos mais expressivos em temperaturas mais elevadas, fato observado também por Kole e Prasad (1993) no estudo de respiração de manga, banana e laranja, em que os frutos apresentaram uma rápida redução na taxa respiratória à medida que se reduzia o O₂.

Platenius (1943) investigando o efeito das diferentes concentrações de O₂ na respiração de alguns vegetais observou que no caso de aspargos qualquer modificação na concentração de O₂ na atmosfera modifica a taxa de respiração, mas que o efeito é mais pronunciado em baixos níveis de O₂ (2,3%), reduzindo a taxa de respiração em 40% sem ocasionar processos fermentativos. No caso de espinafres, a redução na taxa de O₂ (5%) não obteve muito efeito sob a taxa de produção de CO₂, mas quando o O₂ foi reduzido em níveis mínimos (0,8%), houve uma redução significativa na taxa de respiração obtida. No caso de

ervilhas sem casca, observou uma relação quase linear entre a produção de CO_2 e o consumo de O_2 , mas em níveis baixos de O_2 (0,8-2,8%) ocorreu o processo fermentativo.

Young et.al. (1961) estudando o efeito do CO_2 na taxa de respiração de abacate, banana e limão concluíram que no caso de abacates, a utilização de alta concentração de CO_2 (10%) combinada com 21 % O_2 possibilita a redução de 40% da taxa respiratória e ainda reduz 25% quando utiliza-se menores concentrações de O_2 (10%) com 5 % de CO_2 . No caso de bananas, o aumento na concentração do CO_2 induz a diminuição do climatério, mas não afeta a taxa de respiração e em limões, as altas concentrações de CO_2 estimulam a taxa de respiração.

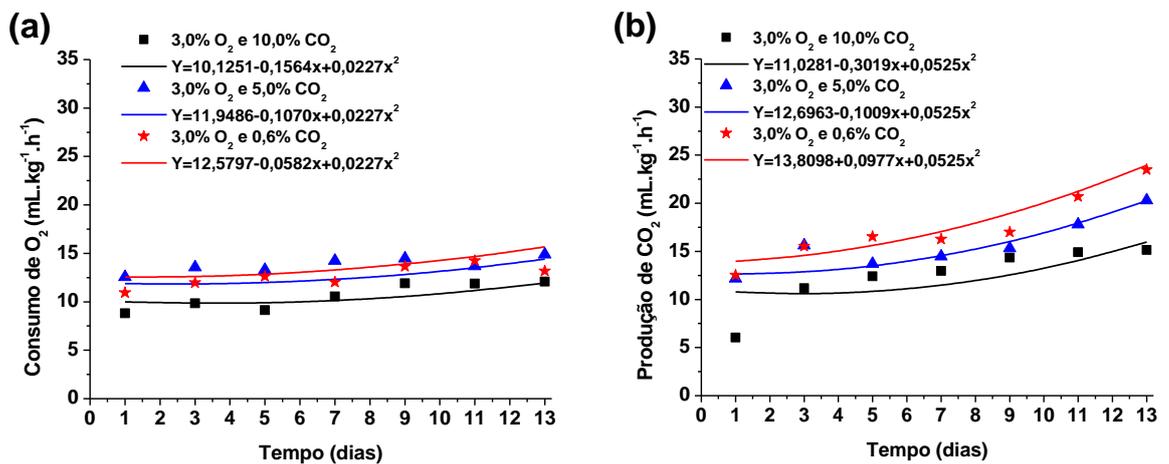


Figura 8: Consumo de oxigênio dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 3% de O_2 e 0,6%, 5% e 10% de CO_2 (a); Produção de gás carbônico dos mamões armazenados nas composições atmosféricas de 3% de O_2 e 0,6%, 5% e 10% de CO_2 (b) ($R_{\text{CO}_2}=0,8376$; $R_{\text{O}_2}=0,8570$).

A utilização da temperatura ambiente (24°C) pode ser um diferencial na análise dos valores apresentados nas diferentes composições atmosféricas, pois no estudo com cenouras, Iqbal et al. (2009) observaram que a redução da temperatura de armazenamento pode reduzir as taxas de produção e consumo de oxigênio até aproximadamente 30%, o que também foi observado por Caleb et al. (2012), que avaliaram a redução das taxas respiratórias de romã nas temperaturas de 5 °C, 10 °C e 15 °C. Segundo Martins (2012), os mamões Golden armazenados a 13 °C apresentam uma redução acentuada da taxa de

respiração devido ao abaixamento de O_2 , no entanto, nestas condições de baixa concentração de oxigênio, o aumento da concentração de CO_2 até 12% tem efeito pouco significativo na redução da taxa de respiração.

A atmosfera contendo 3 % O_2 e 6 % CO_2 é ideal para o armazenamento de mamões Golden, proporcionando o maior tempo de armazenamento dos frutos, preservando suas características químicas e o bom padrão sensorial, conforme observado por Martins (2012). Utilizando como referência uma condição de atmosfera contendo 3 % O_2 e 5 % CO_2 , verifica-se que a taxa de respiração no início do armazenamento é de 12,16 mL/Kgh, representando uma queda de 54,2% da taxa de produção de CO_2 . Ao final de 13 dias de armazenamento, a taxa alcança 17,8 mL/Kgh, representando em queda de 57% na taxa de produção de CO_2 quando comparada com a atmosfera contendo 17 % O_2 e 0,6 % CO_2 . Desta forma, o armazenamento dos mamões Golden em atmosferas contendo composições ideais de O_2 e CO_2 possibilita uma redução de aproximadamente 55% da taxa de respiração dos frutos mantidos em condições de temperatura ambiente (24°C), proporcionando uma expectativa de duplicação da vida útil dos frutos devido ao processo de amadurecimento mais lento.

Costa et al. (2010) observaram que a redução da temperatura em mamões 'Havaí Golden' aumentou em até 32 dias a vida útil dos frutos. Segundo Wills e Widjanarko (1995), ocorre uma significativa redução na taxa de respiração de variedade de mamão Australiano à medida que se diminui a temperatura, no entanto, em testes sensoriais, os frutos que amadureceram em temperaturas elevadas eram mais aceitos.

De acordo com Fonseca et al. (2006), mamões 'Sunrise Solo' armazenados a 10 °C não mostraram variações significativas na emissão de CO_2 durante o período experimental de 20 dias, inferindo que a refrigeração é suficiente para a retenção do metabolismo e conseqüente redução da taxa respiratória. A redução da temperatura reduz a respiração dos mamões devido à redução na produção de etileno (Paull e Chen, 1997).

No presente trabalho, mesmo com a utilização de uma aplicação mais drástica de fungicidas, ocorreu uma destacada incidência de fungos a partir do 9º dia de armazenamento, sendo que as atmosferas contendo níveis mínimos de O_2 apresentaram menor desenvolvimento de fungos. Para evitar efeitos do crescimento dos fungos sobre as medidas de respiração, alguns frutos com

desenvolvimento microbiano foram removidos das câmaras, os outros frutos e as câmaras foram higienizados com solução de álcool 70 °GL para a remoção de esporos e/ou possíveis fontes de contaminação. A massa de frutos restantes foi corrigida no cálculo da taxa de respiração.

A incidência de fungos à temperatura ambiente também foi observada por Silveira et al. (2001), no estudo de tomates, no qual constatou-se que na temperatura de 25 °C houve maior incidência de fungos e podridões. Nery-Silva et al. (2007), estudando metodologias para a inoculação de fungos causadores de podridão peduncular em mamão, observaram que o desenvolvimento de fungos nas temperaturas de 20 °C e 25 °C não era diferenciado, comprovando o desenvolvimento das micelas nas duas temperaturas. Brackmann et.al. (2007) no estudo de pêssegos cv. 'Granada', verificaram que decorridos 4 dias a 20 °C houve um aumento considerável de podridões. Silveira et al. (2005), em uma revisão sobre o controle e a incidência de doenças fúngicas em frutas tropicais pós-colheita observaram que a temperatura e a umidade relativa do ar no interior de câmaras de frigoconservação têm grande influência sob a qualidade das frutas armazenadas. Contudo, no estudo do padrão de ocorrência de doenças em mamão armazenado sob atmosfera controlada, Fonseca et al. (2004) sugeriram que a elevação da concentração de CO₂ promoveu injúrias fisiológicas no mamão e favoreceu a infecção dos tecidos e sua colonização pelos fungos.

5.2. Quociente respiratório (R.Q.)

Os dados calculados e as equações de ajuste que indicam a proporção de CO₂ produzido com relação ao O₂ utilizado na respiração (eficiência da respiração) e caracteriza a utilização dos substratos presentes na polpa dos frutos armazenados em diferentes composições de atmosferas, estão mostrados nas Figuras 9 e 10, para as atmosferas contendo níveis decrescentes de O₂ e níveis crescentes de CO₂. Os parâmetros da regressão para a obtenção da fórmula de ajuste ($RQ = 1,3018 - 6,2198O_2 - 2,2910CO_2 + 0,0267temp + 28,2546O_2^2 + 10,1173CO_2^2 + 0,0008temp^2 - 0,0465tempCO_2 - 0,02457tempO_2 + 1,5667O_2CO_2 - 0,0055CO_2O_2temp$) se encontram no quadro 5 no apêndice C.

Na atmosfera contendo o nível mais alto de O₂, o quociente respiratório apresenta pequena flutuação durante o amadurecimento, com valores próximos

de 1 quando mantido sob concentração mínima de CO₂ (0,6 %). No entanto, o aumento da concentração de CO₂ provoca uma pequena redução no quociente respiratório (RQ) (Figura 9.a). Esta redução no RQ em função do aumento da concentração de CO₂ é observada também quando se utilizam atmosferas com níveis mais baixos de O₂. No entanto, os valores de RQ atingem magnitudes maiores do que 1 (Figura 9.c).

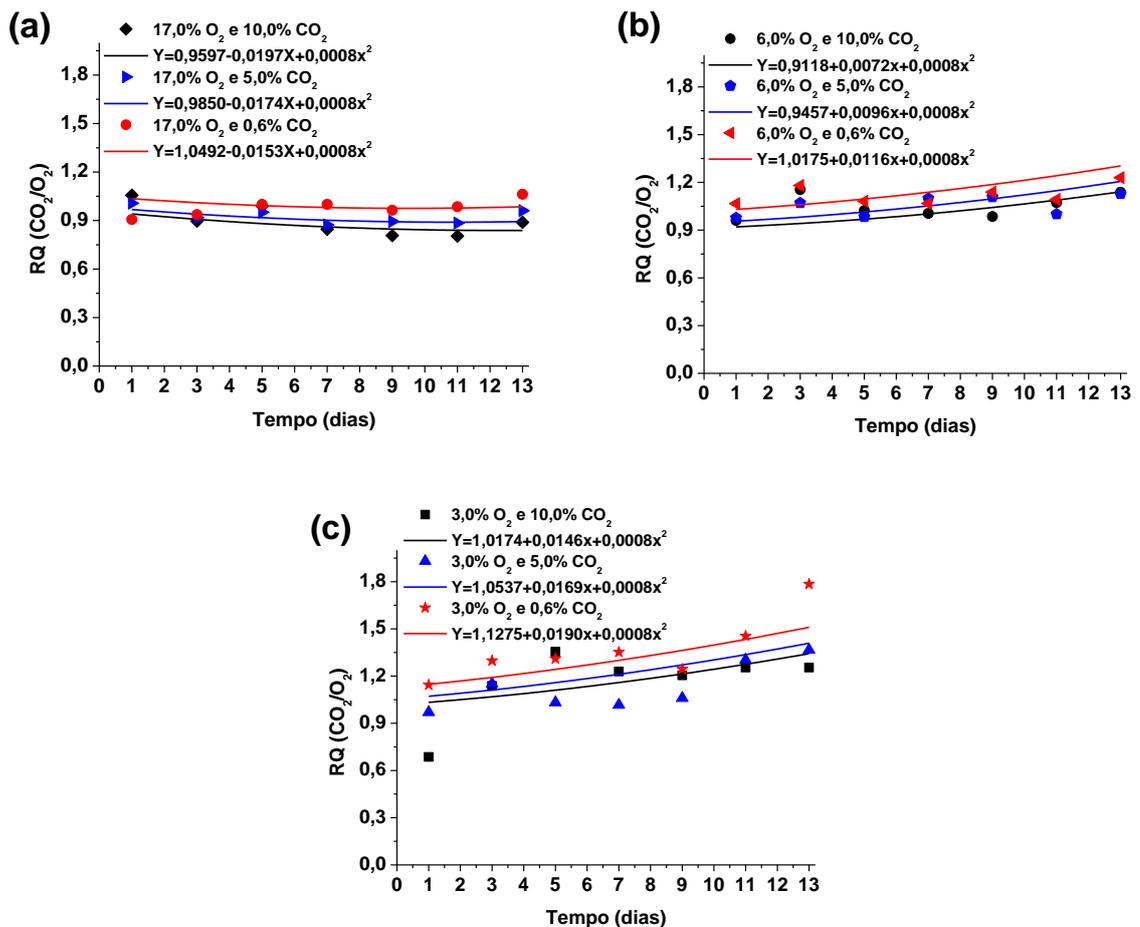


Figura 9: Quociente respiratório (RQ) dos mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O₂ (a), 6 %O₂ (b) e 3 %O₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO₂, 5 %CO₂ e 10 %CO₂, com adsorção de etileno (R=0,48).

A influência da redução da concentração de O₂ sob o aumento do quociente respiratório (RQ) dos frutos é mais destacada quando se utiliza uma condição de mínima composição de CO₂ (0,6%) na atmosfera de armazenamento dos frutos (Figura 10.c). Verifica-se também que o aumento da concentração de CO₂ até 10 % provoca um pequeno distúrbio no RQ avaliado no início do

armazenamento, mas a redução do RQ em função dos níveis mais altos de O₂ é observada durante o armazenamento dos frutos (Figura 10.a).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o coeficiente respiratório (RQ) caracteriza o processo respiratório em termos de eficiência de utilização dos substratos (ácidos orgânicos, açúcares, amido) para síntese de novos compostos orgânicos e açúcares ou para a oxidação e produção de energia química na forma de ATP, com liberação de CO₂ durante o amadurecimento dos frutos. No caso da oxidação completa da glicose, utilizam-se seis moléculas de O₂, com produção de seis moléculas de CO₂, rendendo um RQ igual a 1.

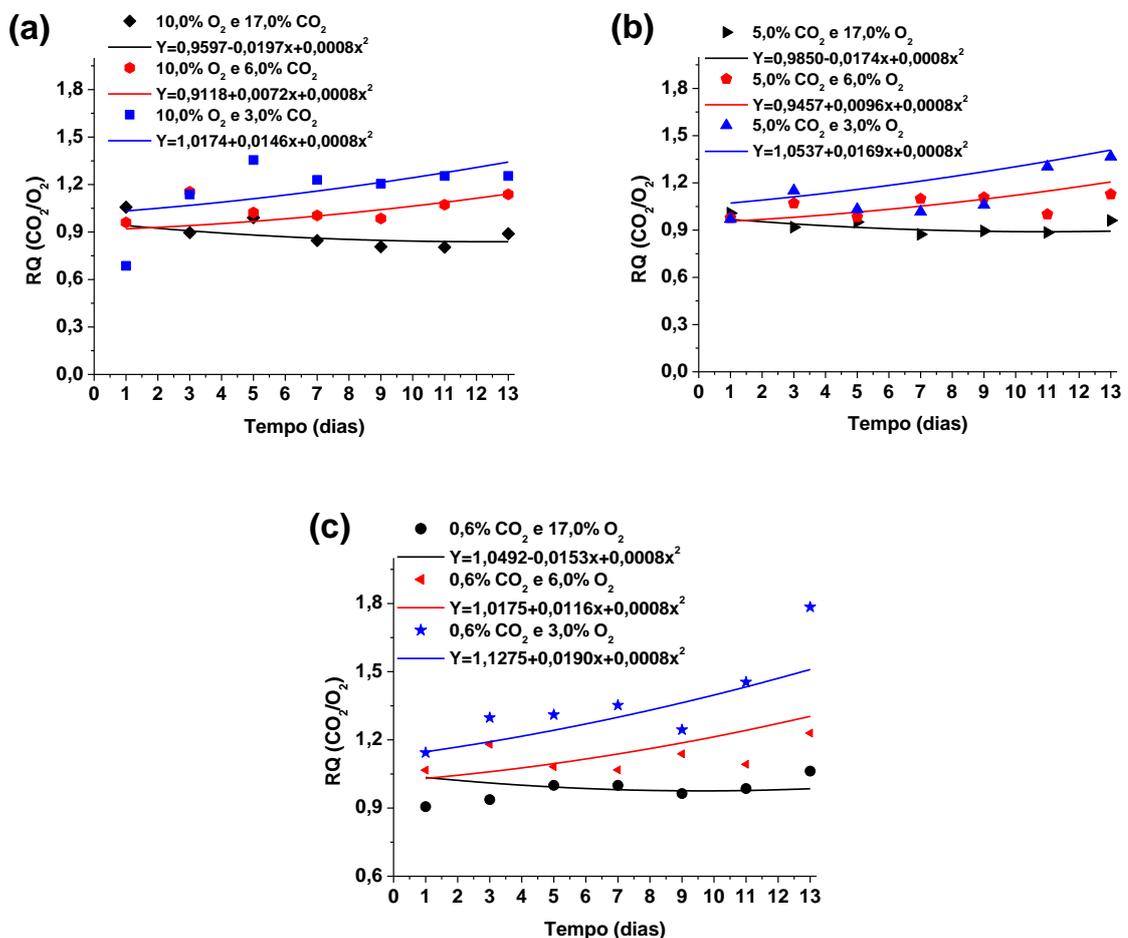


Figura 10: Quociente respiratório (RQ) dos mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 10,0 %CO₂ (a), 5 %CO₂ (b) e 0,6 %CO₂ (c), em concentrações decrescentes de 17 %O₂, 6 %O₂ e 3 %O₂, com adsorção de etileno (R=0,48).

As variações do quociente respiratório ao longo do tempo de armazenamento dos frutos em diferentes composições de atmosferas mostradas na Figura 10 podem ser explicadas pelas transformações químicas e a síntese

de enzimas durante o amadurecimento, provocando o amaciamento dos frutos e a síntese de açúcares. De acordo com Taiz e Zieger (2006), o carbono que entra na glicólise, na rota das pentoses e no ciclo de Krebs pode ser desviado para fins biossintéticos não sendo oxidado a gás carbônico.

O processo de amadurecimento do mamão é sustentado pelo metabolismo de açúcares, uma vez que a polpa dos frutos não contém amido como reserva de carboidratos (Zhou e Paull, 2001). Após a colheita, ocorre degradação da parede celular, aumento da concentração de ácidos urônicos e de açúcares totais (Paull et al., 1999, Manrique e Lajolo, 2004). A hidrólise dos componentes da parede celular é sustentada pela ação das enzimas β -Galactosidase (β -Gal), poligalacturonase (PG) e pectina metilesterase (PME), que são sintetizadas ao longo do processo de amadurecimento dos frutos (Lazan et al., 1995, Lazan et al., 2004).

Em mamões Golden, a perda de firmeza é intensa no início do processo de amadurecimento, conforme verificado por Almeida et al. (2005) e Vitorazi et al. (2011). As enzimas poligalacturonase, pectina metilesterase e β -Galactosidase são responsáveis pela despolimerização das substâncias pécticas e conseqüente amaciamento da polpa do mamão Golden durante o amadurecimento (Silva et al., 2006). A PME é mais efetiva no início do amadurecimento e a β -Gal apresenta aumento abrupto no início, com maior atividade nos períodos intermediário e final do amadurecimento (Pinto et al., 2011).

Na literatura não se observam trabalhos que avaliem o quociente respiratório de mamões. No presente trabalho ocorreu o aumento do quociente respiratório (RQ) devido ao abaixamento da concentração de O_2 , conforme mostrado na Figura 10. Embora tenha ocorrido uma menor atividade metabólica dos frutos e conseqüente redução na eficiência de síntese de enzimas e açúcares, o processo de amadurecimento é sustentado pela produção de energia a partir da oxidação das reservas existentes na polpa, com produção de ATP e maior liberação de CO_2 , ocasionando uma maior proporcionalidade para os valores de RQ.

No caso do aumento da concentração de CO_2 , a taxa respiratória foi sensivelmente reduzida nas diferentes composições de atmosfera contendo níveis decrescentes de O_2 (Figuras 6, 7 e 8). No entanto, o quociente respiratório

(RQ) apresentou apenas uma pequena redução dos valores devido ao aumento de CO_2 , notadamente para a fase final do amadurecimento dos frutos mantidos em atmosfera com maior concentração de O_2 (Figura 9). Segundo Rothan e Nicolas (1994), a concentração de CO_2 pode reduzir ou inibir a síntese de etileno. O efeito do CO_2 depende da concentração, do tempo de exposição, da temperatura e da variedade (Mathooko, 1996).

Neste trabalho, o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera de armazenamento reduziu a taxa de respiração dos frutos provavelmente devido ao seu efeito sobre a síntese do etileno, promovendo desta forma um processo metabólico mais lento, com uma oxidação de menor intensidade. Contudo, devido à demanda de energia para sustentar o processo de amadurecimento, ocorre uma tendência de maior RQ durante o amadurecimento dos frutos, notadamente em uma condição de maior disponibilidade de O_2 em que o processo metabólico é mais facilitado.

Segundo Heydari et al. (2010), a taxa de respiração de bananas é pouco influenciada pelo aumento da concentração de CO_2 , sendo que o quociente respiratório (RQ) não é influenciado pela sua concentração. Semelhante resultado foi encontrado por Cliffe-Byrnes e O'Beirne (2007) no estudo da taxa de respiração de cogumelos minimamente separados e inteiros, no qual atentaram que o aumento da concentração de CO_2 possuía um pequeno efeito na redução da taxa de respiração e não identificaram o efeito do gás sob o RQ. Kole e Prasad (1994), no estudo da taxa de respiração de manga, laranja e banana verde, também observaram que o aumento na concentração de CO_2 resulta em uma lenta redução da taxa de respiração dos frutos e atentaram para o fato de que altos teores de CO_2 podem atuar como inibidores competitivos para o fornecimento de O_2 , levando à uma redução tanto na taxa de respiração quanto na geração de energia.

Com relação ao efeito da concentração de O_2 , Heydari et al. (2010) examinaram a taxa respiratória de bananas e verificaram que o RQ é consideravelmente influenciado pela taxa de O_2 . Brackmann et al. (2007) no estudo de pêssegos cv. 'Granada', constataram que menores taxas respiratórias foram observadas quando os frutos foram armazenados em atmosferas com níveis limitantes de O_2 . Kader (1995) comenta que as diferentes respostas obtidas em atmosferas controladas e atmosferas modificadas estão relacionadas

às magnitudes de estresse que as concentrações de O₂ e CO₂ podem causar. Segundo este autor, no caso de peras verdes 'Bartlett', uma composição atmosférica em que o O₂ varia de 1 a 3% e o CO₂ de 5 a 20% causa um estresse que pode ser considerado moderado ou suave, entretanto, em composições de 0,25% O₂ e 80% CO₂ o fruto sofre um severo estresse.

Young (1993) estudando o efeito do 'chilling' na taxa de respiração e no quociente respiratório de maçãs observou que os valores de RQ aumentaram em concentrações de 3 e 5,5 %O₂, indicando a ocorrência de anaerobiose, entretanto, para concentrações de O₂ entre 21, 15 e 6 % os valores de RQ aumentavam de forma significativa à medida que ocorria a redução da concentração de O₂. Contudo, Sampaio et.al. (2007) indicaram que no caso de cajás (*Spondias mombin*) o RQ aumentou e/ou reduziu durante o tempo de 216 horas à medida que ocorria uma redução e/ou aumento na taxa de consumo de O₂, variando de 0,96 no início do experimento a 1,11 no final.

Segundo Rattanapanone e Watada (2000) no estudo da taxa respiratória e do quociente respiratório de mangas minimamente processadas em baixas concentrações de O₂, o quociente respiratório tendeu a um aumento à medida que o O₂ reduziu de 4% (1,9) para 2 % (3,3-3,5) e abaixo destes valores identificou-se a ocorrência de anaerobiose. No caso de tomates, Goyette et.al. (2012) observaram que os valores de RQ eram inversamente proporcionais à pressão de CO₂ no início do experimento e em seguida tinham um aumento constante no tempo, que estaria diretamente relacionado à solubilização do CO₂ nas células do tomate.

5.3. Análise de cor

A evolução da cor da casca dos frutos armazenados em concentrações decrescentes de O₂ e concentrações crescentes de CO₂ foi avaliada com base nas medidas dos parâmetros de Hunter L (luminosidade), Hunter b (desenvolvimento da cor amarela) e Hunter a (perda da cor verde), mostradas respectivamente nas Figuras 11, 12 e 13.

Na avaliação da luminosidade da casca verifica-se que os frutos mantidos em atmosfera com 17 %O₂ atingiram o valor máximo de Hunter L no 3º dia de armazenamento (Figura 11.a), ocorrendo apenas um tendência de menor valor para os frutos armazenados em atmosfera com a maior concentração de CO₂

(10%). Nas atmosferas contendo 6 %O₂ e 3 %O₂ os valores máximos de Hunter L são alcançados a partir do 5º dia, sendo que os frutos mantidos em 3 %O₂ e na maior concentração de CO₂ (10%) ainda apresentaram menores valores nesta data.

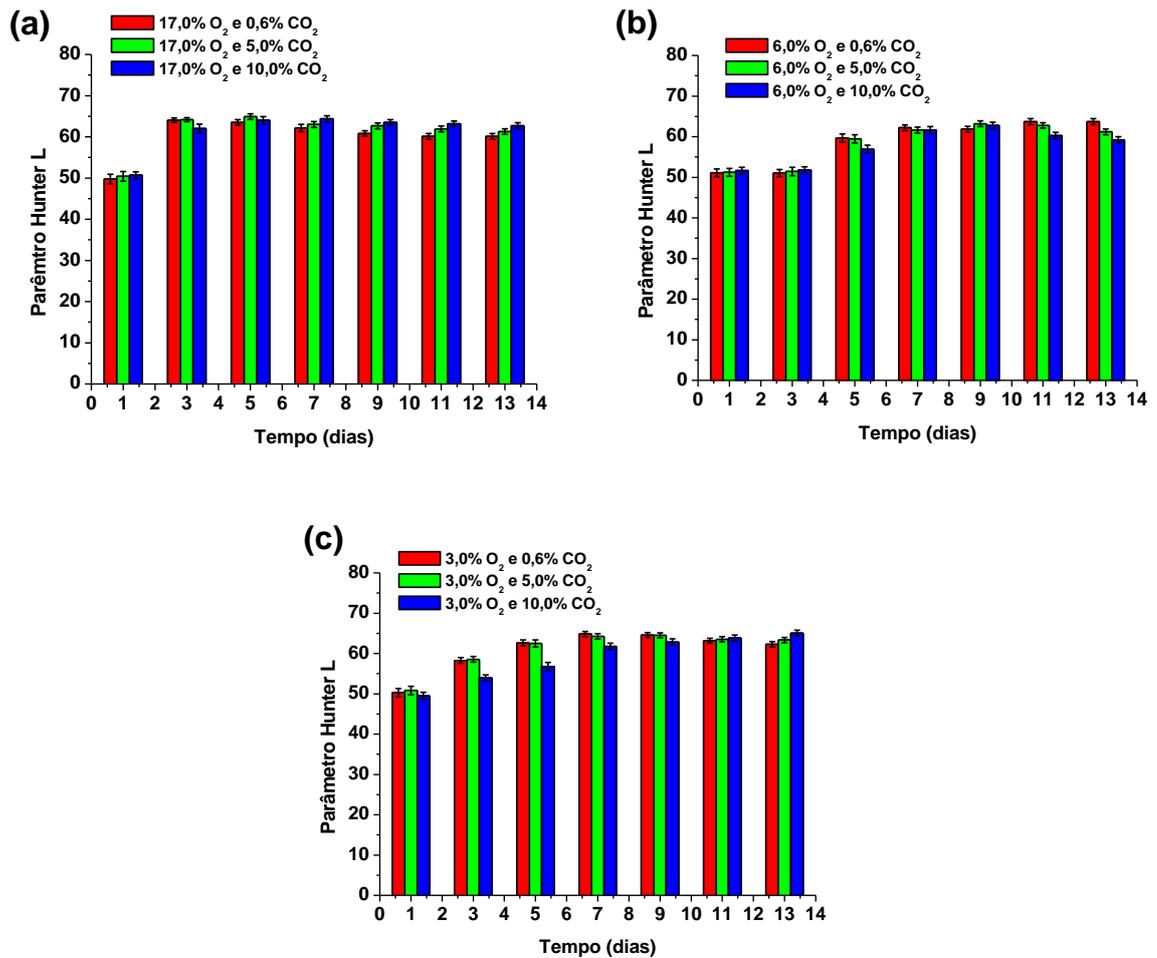


Figura 11: Medidas do parâmetro de Hunter L para a cor da casca de mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O₂ (a), 6 %O₂ (b) e 3 %O₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO₂, 5 %CO₂ e 10 %CO₂, com adsorção de etileno.

Resultados similares aos obtidos para a luminosidade da casca foram também observados para as medidas do parâmetro de Hunter *b*, para os frutos mantidos nas diferentes composições de atmosfera (Figura 12).

O índice de cor amarela da casca (Hunter *b*) alcançou valores similares àqueles obtidos para frutos maduros no 3º dia de armazenamento, quando mantidos em atmosfera com 17 %O₂ (Figura 12.a), sendo que estes mesmos índices foram alcançados no 5º dia de armazenamento em atmosfera com 6 %O₂ (Figura 12.b). No caso dos frutos mantidos em atmosfera com 3 %O₂ ocorreu um atraso mais pronunciado na evolução da cor amarela, de forma que uma tendência de menores valores de Hunter *b* foram observados até o 7º dia de armazenamento para a atmosfera contendo 10 %CO₂ (Figura 12.c).

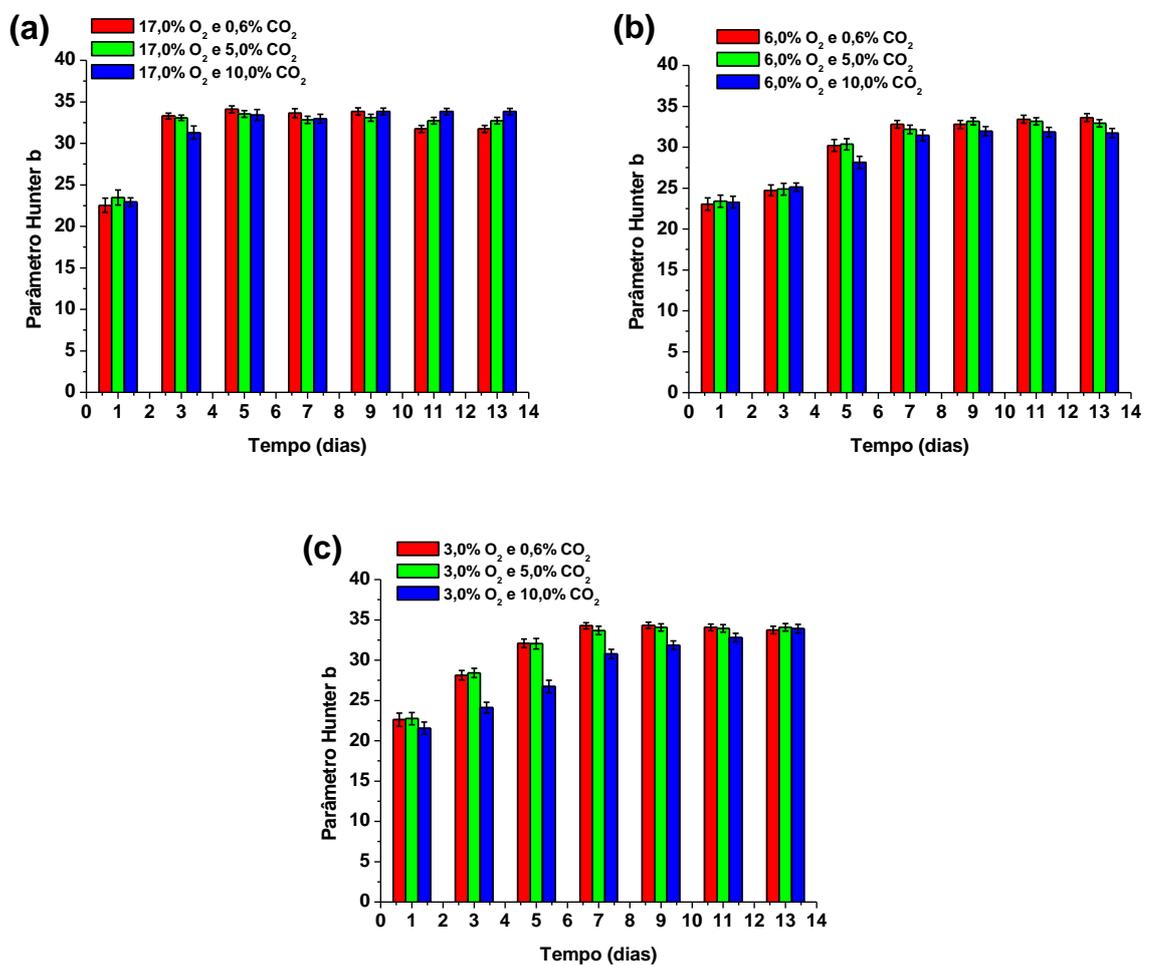


Figura 12: Medidas do parâmetro de Hunter *b* para a cor da casca de mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O₂ (a), 6 %O₂ (b) e 3 %O₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO₂, 5 %CO₂ e 10 %CO₂, com adsorção de etileno.

Martins (2012), no estudo da otimização das condições de estocagem de mamão em atmosfera controlada, notou que os frutos armazenados em

atmosferas contendo maior nível de CO₂ apresentaram uma tendência de menores índices de Hunter *L* e *b* quando comparados aos frutos armazenados em atmosferas de menor nível de CO₂.

Uma análise mais diferenciada da cor da casca dos frutos mantidos em variadas condições de atmosfera controlada pode ser avaliada a partir das medidas do parâmetro de Hunter *a*, conforme mostrado na Figura 13.

Na atmosfera contendo o nível mais alto de O₂ (17%) os frutos alcançam os valores máximos de Hunter *a* no 9º dia de armazenamento em atmosfera com o mínimo de CO₂ (0,6%). Nestas condições, o aumento da concentração de CO₂ retardou a perda da cor verde até o 13º dia, mostrando a eficiência da concentração de gás carbônico na redução da taxa de maturação dos frutos (Figura 13.a). Resultados similares podem ser constatados também para os frutos armazenados em atmosfera contendo 6 %O₂, onde os frutos alcançaram os valores máximos no 11º dia (Figura 13.b). Além disso, o aumento da concentração de CO₂ também retardou a perda da cor verde.

A redução da concentração de O₂ para 3 % provocou uma sensível redução na perda da cor verde indicada pelos menores valores do parâmetro de Hunter *a*, ocorrendo uma tendência de aumento dos valores até o 13º dia de armazenamento (Figura 13.c). Além disso, o valor máximo alcança magnitude inferior àquela observada para os frutos mantidos em maiores concentrações de oxigênio. O aumento da concentração de CO₂ também exerceu um efeito destacado na minimização das medidas do parâmetro de Hunter *a*.

Desta forma, confirma-se que tanto a redução da concentração de oxigênio quanto o aumento da concentração de gás carbônico são eficazes na redução do processo de amadurecimento dos frutos mantidos em condições de temperatura ambiente (24 °C). A utilização de atmosferas adequadas para preservar a qualidade dos mamões, contendo níveis mínimos de O₂ (3%) e níveis intermediários de CO₂ (5%) tem efeito sinérgico na minimização da mudança de cor da casca e do processo de amadurecimento.

Os resultados das medidas de coloração da casca apresentam conformidade com aqueles observados para a taxa de respiração dos frutos, constatando-se que os frutos armazenados com níveis mínimos de O₂ e concentrações mais elevadas de CO₂ apresentam os menores índices de amadurecimento e as menores taxas de respiração. A utilização de atmosferas

ideais para a preservação da qualidade do mamão Golden, contendo 3 %O₂ e 5 %CO₂, representa uma tecnologia importante para aumentar a vida útil dos frutos armazenados em condições de temperatura ambiente.

No estudo de pêssegos cv. 'Granada' em atmosfera controlada, Brackmann et al. (2007) comentaram que apesar de não influenciarem significativamente a cor da epiderme de frutos, as condições de armazenamento com pressões parciais de CO₂ mais elevadas (5,0 e 15 kPa) mantiveram os frutos mais verdes após 4 dias a 20 °C, o que ratifica o resultado de Brackmann et.al. (2006) no estudo de banana 'Prata' com absorção de etileno em atmosfera modificada e controlada, no qual em atmosfera controlada notou-se que os frutos apresentaram coloração da casca mais verde e menor escurecimento da casca, entretanto, enfatizaram que a absorção de etileno pode ter melhorado os resultados.

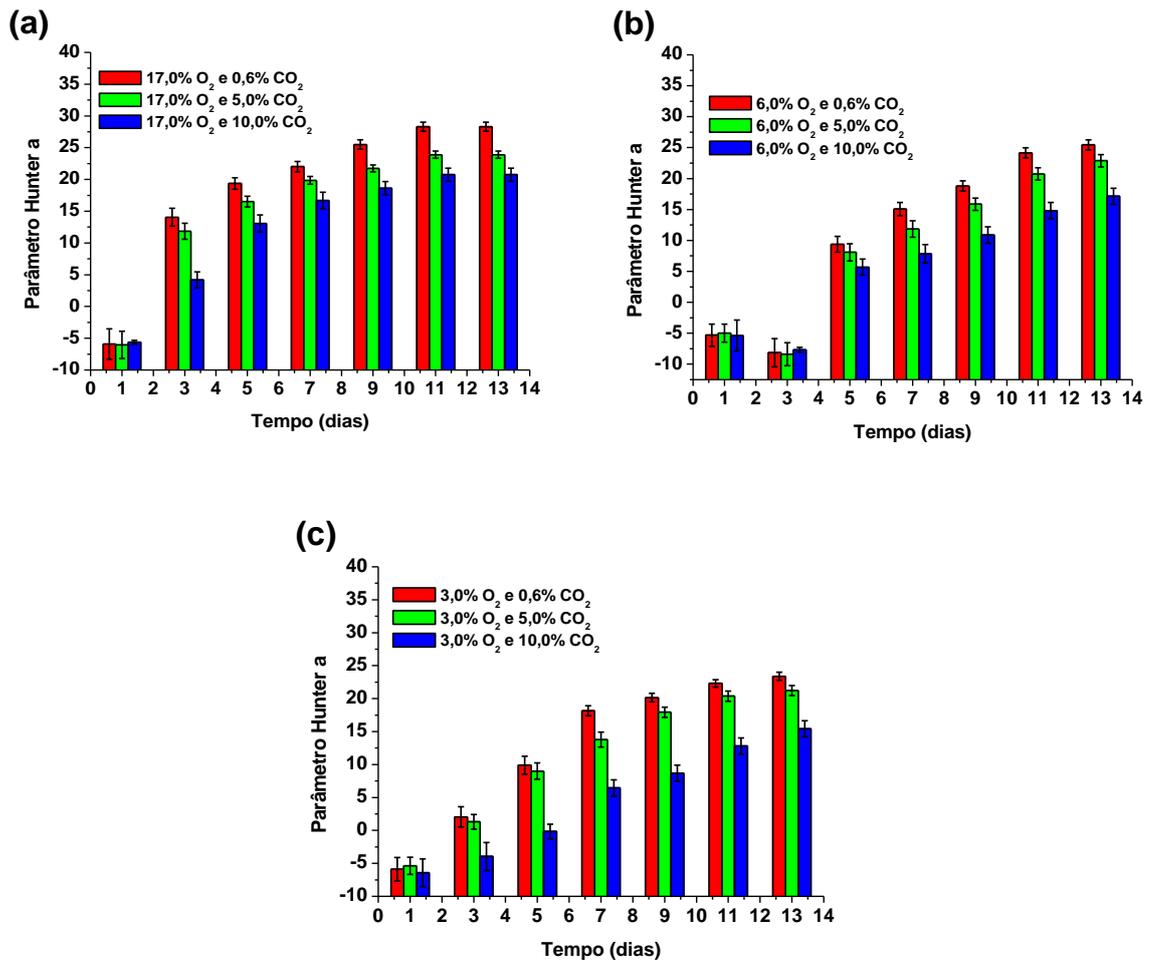


Figura 13: Medidas do parâmetro de Hunter a para a cor da casca de mamões Golden mantidos em temperatura ambiente (24 °C) e armazenados em atmosferas contendo 17 %O₂ (a), 6 %O₂ (b) e 3 %O₂ (c), em concentrações crescentes de 0,6 %CO₂, 5 %CO₂ e 10 %CO₂, com adsorção de etileno.

Fonseca et al. (2003), estudando a conservação de mamões ‘Sunrise Solo’ em atmosfera controlada, constataram que atmosferas com baixos níveis de O₂ e níveis de 3 e 6% de CO₂ proporcionaram menor índice de cor na casca, indicando que a atmosfera pode ter reduzido o metabolismo dos frutos, proporcionando um maior período de vida útil.

RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho investigou como as diferentes composições atmosféricas podem auxiliar na preservação e prolongamento da vida útil de mamões 'Golden' estocados sob temperatura ambiente (24 °C). Foram utilizadas atmosferas contendo 17%, 6% e 3% de O₂ combinados com 0,6%, 5% e 10% de CO₂. Os frutos foram estocados em microcâmaras de atmosfera controlada com a adsorção total do etileno e umidade relativa entre 85%-95%, sendo a respiração medida em intervalos de 2 dias durante 13 dias.

Na avaliação da taxa de respiração dos frutos nas diferentes composições de atmosferas verificou-se um aumento durante o armazenamento dos frutos em diferentes composições de atmosferas, sendo que este foi minimizado em atmosferas com menor teor de O₂. O aumento da concentração de CO₂ e o abaixamento do teor de O₂ reduziram acentuadamente a taxa de respiração. Tanto o abaixamento de O₂ quanto o aumento do CO₂ também foram capazes de retardar os índices de mudança na cor da casca, indicando uma diminuição do processo de amadurecimento dos frutos.

O quociente de respiração dos frutos se encontrou próximo a 1, indicando que os frutos têm como principal substrato os açúcares advindos de transformações químicas e da síntese de enzimas durante o amadurecimento. A

redução do nível de O_2 e o aumento nos níveis de CO_2 promoveram um aumento no valor do RQ.

Conclui-se que na condição de atmosfera ideal para armazenamento de mamões Golden contendo 3 % O_2 e 5 % CO_2 à temperatura ambiente (24 °C), ocorre uma queda de aproximadamente 55 % na taxa de respiração dos frutos mantidos em temperatura ambiente, quando comparada com a atmosfera contendo 17 % O_2 e 0,6 % CO_2 . Isto proporciona uma expectativa de duplicação da vida útil dos frutos devido ao processo de amadurecimento mais lento e sugere-se a utilização de filmes contendo fungicidas para maior controle do desenvolvimento microbiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.F.; Resende, E.D.; Vitorazi, L.; Carlos, L. A.; Pinto, L.K.A.; Silva, H.R.F.; Martins, M.L.L. (2005) Injúria pelo frio em frutos de mamoeiro (*Carica papaya L.*) cv. 'Golden'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, p.17-20.
- Almeida, R.F.; Martins, M.L.L.; Resende, E.D.; Vitorazi, L.; Carlos, L.A.; Pinto, L.K.A. (2006) Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. 'Golden'. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 26 (3), p. 577-581.
- Alves, F. L. (2003) A cultura do mamão *Carica papaya* no mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória-ES, p. 11-34.
- Amaro, A. A., Caser, D. V. (2003). Análise conjuntural do mercado de mamão aspectos econômicos da comercialização. In: Martins, D. S. *Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Incaper, Vitória-ES. 714p.
- Arruda, M.C.; Jacomino, A.P.; Trevisan, M.N.; Jeronimo, E.M.; Moretti, C.L. (2011) Atmosfera modificada em laranja 'Pêra' minimamente processada. *Bragantia*, Campinas, 70 (3): p.664-671.
- Brackmann, A. (2004) Armazenamento em Atmosfera Controlada. In: Kovalski, A.; Parussolo, A.; Hoffman, A.; Brackmann, A.; Zancan, C.; Girardi, C.L.; Freire, C.J.S.; Basso, C.; Camelatto, D.; Denardi, F.; Leite, G.B.; Nachtigall, G.R.; Bernardi, J.; Petri, J.L.; Mello, L.M.R.; Sanhueza, R.M.V.; Flores-Cantillano, R.F., *Frutas do Brasil – Maçã Pós-colheita*.1.ed. Brasília: Embrapa, p. 67-95.

- Brackmann, A., Bordignon, B., Giehl, R., Sestari, I., & Eisermann, A. (2007). Armazenamento de pêssegos cv."Granada" em atmosfera controlada, visando ao transporte a longas distâncias. *Ciência Rural*, p.676-681.
- Brackmann, A.; Girardi, C.L.; Bender, R.J.; Filho, O.S.R. (2004) Armazenamento Refrigerado. In: Kovalski, A.; Parussolo, A.; Hoffman, A.; Brackmann, A.; Zancan, C.; Girardi, C.L.; Freire, C.J.S.; Basso, C.; Camelatto, D.; Denardi, F.; Leite, G.B.; Nachtigall, G.R.; Bernardi, J.; Petri, J.L.; Mello, L.M.R.; Sanhueza, R.M.V.; Flores-Cantillano, R.F., *Frutas do Brasil – Maçã Pós-colheita*.1.ed. Brasília: Embrapa, p. 58-66.
- Brackmann, A.; Pavanello, E.P.; Both, V.; Weber, A.; Pinto, J.A.V. (2009) Atmosfera refrigerada e controlada para pêssegos 'Eragil'. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39 (7): p.2010-2015.
- Brackmann, A.; Steffens, A.; Sestari, I.; Neuwald, D.A.; Giehl, R.F.H. (2006) Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana "Prata" com absorção de etileno. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, v.30: p.914-919.
- Brazilian fruit. Mamão Papaya. Disponível em: <http://www.brazilianfruit.org.br>. Acesso em fevereiro de 2012.
- Bron, I.U.; Jacomino, A.P. (2006) Ripening and quality of 'Golden' papaya fruit harvested at different maturity stages. *Braz. J. Plant Phhysiol.*, Jundiaí-SP, 18 (3): p.389-396.
- Caldarelli, C.A.; Nakamura, C.Y.; Okano, W.E.; Ercolin, T.M. Logística do Mamão Formosa: Uma análise de modalidade de transporte. *47º Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural*. Porto Alegre, 2009. p. 17.
- Caleb, O.J.; Mahajan, P.V.; Opara, U.L.; Witthuhn, C.R. (2012) Modeling the effect of time and temperature on respiration rate of pomegranate arils (cv.'Acco' and 'Herskawitz'). *Journal of Food Science*, 77 (4): E80-E87.
- Calegari, J.M.; Pezzi, E.; Bender, R.J. (2002) Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos pós-colheita. *Pesq. Agropec.Bras.* Brasília, v.37, p.1049-1055.
- Cardoso, J.M.; Santos, A.E.O.; Lima, M.A.C.; Marques, M.A.D.; Silva, M.G. (2008) Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de bananas 'Pacovan'. *III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica*, Fortaleza – CE, 7p.
- Chitarra, M., e Chitarra, A. (2003). *Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças - Fisiologia e Manuseio*. Lavras: UFLA.
- Cliffe-Byrnes, V.; O'Beirne, D. (2007) Effects of gas atmosphere and temperature on the respiration rates of whole and sliced mushrooms (*Agaricus bisporus*) - Implications for film permeability in modified atmosphere packages. *Journal of Food Science*, Limerick – Ireland, 72 (4): E197-E204.

- Corrêa, T.R.; Steffens, C.A.; Amarante, C.V.T.; Tanaka, H.; Stanger, M.C.; Brackmann, A.; Ernani, P.R. (2012) Composição mineral, qualidade e degenerescência de polpa de maçã 'Fuji' em diferentes porta-enxertos durante armazenamento em atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 34 (1): p.33-40.
- Costa, F. B., Menezes, J. B., Alves, R. L., Nunes, G. H. S., Maracajá, P. B. (2010) Armazenamento refrigerado do mamão havaí 'Golden' produzido na Chapada do Apodi – RN, *Revista Verde*, Mossoró – RN. v.5, n.4, p. 37 – 54.
- EMBRAPA. (s.d.). *Pós-colheita de hortaliças e frutas - Processo biológico e manuseio*. Acesso em 10 de Fevereiro de 2012, disponível em <http://redeagroecologia.cnptia.embrapa.br/boletins/hortalicas/Pos%20colheita%20de%20hortalicas%20e%20frutas.pdf>
- Ferri, V.C.; Rinaldi, M.M.; Danieli, R.; Lucchetta, L.; Rombaldi, C.V. (2004) Atmosfera modificada na conservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cultivar Fuyu. *Revista Brasileira de Agrociência*. Pelotas, 10 (1): p.111-115.
- Fonseca, M., Cenci, S., Botrel, N., e Leal, N. (2003). Uso de atmosfera controlada na conservação de frutos do mamoeiro "Sunrise Solo". *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, 28 (2): p.17-22.
- Fonseca, M., Cenci, S., Botrel, N., e Leal, N. (2003). Uso de atmosfera controlada para conservação pós-colheita do mamão "Golden". *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 25 (3): p.537-539.
- Fonseca, M., Leal, N. R.; Cenci, S. A., Cecon, P.R.; Bressan-Smith, R.E.; Soares, A.G. (2003). Emissão de etileno e de CO₂ em mamão 'Sunrise Solo' e 'Golden'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 28 (2): p.322-324.
- Fonseca, M., Leal, N., e Cenci, S. (2004). Padrão de ocorrência de doenças em mamão armazenado sob atmosfera controlada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP, 26 (3): p.547-549.
- Fonseca, S.C.; Oliveira, F.A.R.; Brecht, J.K. (2002) Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, v.52: p.99-119.
- Galarça, S., Treptow, R., Cantillano, R. F., e Schünemann, A. P. (2008). Influência da atmosfera controlada no sabor do mirtilo "bluegem" em armazenamento refrigerado. *XVII Congresso de Iniciação Científica*, (p. 4).
- Gayet, J.P., Bleinroth, E.P., Matallo, M., Garcia, E.E.C., Garcia, A.E., Ardito, E.F.G., Bordin, M.R. Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. – Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 38p.

- Goyette, B.; Vigneault, C.; Raghavan, V.; Charles, M. (2012) Hyperbaric treatment on respiration rate and respiratory quotient of tomato. *Food Bioprocess Technol.* 5: p.3066-3074.
- Heydari, A.; Shayesteh, K.; Eghbalifam, N.; Bordbar, H.; Falahatpisheh, S. (2010) Studies on the respiration rate of banana based on enzyme kinetics. *International Journal of Agriculture and biology*, 12:p.145-149.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em fevereiro de 2013.
- IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: www.ibraf.org.br. Acesso em fevereiro de 2012.
- Iqbal, T.; Rodrigues, F.A.S.; Mahajan, P.V.; Kerry, J.P. Mathematical modeling of the influence of temperature and gas composition on the respiration rate of shredded carrots. *Journal of Food Engineering*, 2009. Issue 91:325-332.
- Jacomino, A., Bron, I., e Kluge, R. (2003). Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. *Papaya Brasil*, p. 11.
- Jacomino, A.P.; Kluge, R.A.; Brackmann, A.; Castro, P.R.C. (2002) Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. *Scientia Agrícola*, v.59:303-308.
- Kader, A. (1994). Modified and Controlled Atmosphere Storage of Tropical Fruits. *Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference onsheld at Chiang Mai, Thailand* (pp. 239-249). Canberra, Austrália: Champ, B.R. et al. (editors).
- Kader, A. (1995). Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. *Postharvest Physiology of Fruits*, 59-70.
- Kader, A. (2003). Physiology of CA Treated Produce. *Proc. 8th Int. CA Conference* (pp. 349-354).
- Kader, A. (Novembro de 2000). Advances in CA/MA Applications. *Perishables Handling Quartely issue No 104*.
- Kader, A. (Novembro de 2000). Advances in CA/MA Applications. *Perishables Handling Quarterly*.
- Kader, A. A. (1999). Papaya: recommendations for maintaining postharvest quality. Em <http://postharvest.ucdavis.edu>. University of Califórnia.
- Kader, A.A. (2001) A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. pp 29-70. *Postharvest Horticulture Series* no. 22A, University of California, Davis.
- Kader, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. University of Califronia. Second Quarter, 1986. p. 9-10.

- Kole, N.K.; Prasad, S. (1994) Respiration rate and heat of respiration of some fruits under controlled atmosphere conditions. *Rev. Int. Froid*, 17(3): 199-204p.
- Lazan, H.; Selamat, M.K.; Ali, Z.M. (1995) B-galactosidase, polygalacturonase and pectinesterase in differential softening and cell wall modification during papaya fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 95, n. 1, 106-112p.
- Lazan, H.; Ng, S.Y.; Goh, L.Y.; Ali, Z.M. (2004) Papaya b-galactosidase/galactanase isoforms in differential cell wall hydrolysis and fruit softening during ripening. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.42, 847-853p.
- Lencki, R.W. (2004) Comparison of unsteady-and steady-state methods for produce respiration rate determination 2. Reexamination of the literature. *Postharvest Biology and Technology*. 239-250p.
- Lima, J.D.; Mendonça, J.C. Fisiologia e manuseio de frutos em pós-colheita. s.d. p. 80-85.
- Manrique, G.D.; Lajolo, F.M. (2004) Cell-wall polysaccharide modifications during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya*). *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 33, 11-26p.
- Marin, S. (2004). Mamão papaya - Produção, pós-colheita e mercado. 11ª *Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria* (p. 82). Ceará, Fortaleza: Instituto de desenvolvimento da fruticultura e agroindústria - Frutal.
- Martins, D. S. (2005). Radiografia do mamão papaya no mundo, Brasil e no Espírito Santo. In: Silva, L. G. *Jornal da Fruta*, ano XIII. Lages-Santa Catarina, LS editora Jornalística LTDA. 1-20p.
- Martins, D.R. (2005) Influência das atmosferas de estocagem na conservação pós-colheita do mamão armazenado sob refrigeração. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 102p.
- Martins, D.R. (2012) Otimização das condições de estocagem do mamão em atmosfera controlada para preservação da qualidade e extensão da vida útil dos frutos. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 130p.
- Mathooko, F. M. (1996) Regulation of ethylene biosynthesis in higher plants by carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, 7, p.1-26.

- Morais, F.A.; Araújo, F.M.M.C.; Machado, A.V.; Ricarte, F.D.N.; Júnior, R.S. (2010) Influência da atmosfera modificada sob a vida útil pós-Colheita do mamão 'formosa'. *Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, Mossoró – Rio Grande do Norte, 01-09.
- Moretti, C.L. (2007) Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças. 531 p.
- Motta, V.T. Bioquímica Básica. Disponível em: www.gilvan.pro.br/5carboid.pdf. Acesso em fevereiro de 2012.
- Nery-Silva, F.A.; Machado, J.C.; Resende, M.L.V.; Lima, L.C.O. (2007) Metodologia de Inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras-MG, 31 (5): 1374-1379.
- Oliveira, A., Farias, A., Filho, H., Oliveira, J., Dantas, J., Santos, L., Et Al. (1994). *Mamão Para Exportação: Aspectos Técnicos Da Produção*. Brasília: Serviço de Produção de Informação (SPI) da Embrapa.
- Paull, R.E.; Chen, W. (1997) Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 12, 93-99p.
- Paull, R.E.; Gross, K.; Qiu, Y. (1999) Changes in papaya cell walls during fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 16, 79-89p.
- Peppelenbos, H.W.; Tijssens, L.M.M.; Vant't Leven, J.; Wilkinson, E.C. (1996) Modelling oxidative and fermentative carbon dioxide production of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 283-295p.
- Peppelenbos, H.W.; Van't Leven. (1996) Evaluation of four types of inhibition for modeling the influence of carbon dioxide on oxygen consumption fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 27-40.
- Pinto, L.K.A.; Martins, M.L.L.; Resende, E.D.; Almeida, R.F.; Vitorazi, L.; Pereira, S.M.F. (2006) Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 744-748.
- Pinto, L.K.A.; Martins, M.L.L.; Resende, E.D.; Thiébaud, J.T.L. (2011) Atividade da pectina metilesterase e da B-galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. 'Golden'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33 (3), 713-722p.
- Platenius, H. (1943) Effect of oxygen concentration on the respiration of some vegetables. *Plant Physiology*. v.18 (4), p. 671-684.
- Rattanapanone, N.; Watada, A.E. (2000) Respiration rate and respiratory quotient of fresh-cut mango (*Mangifera indica* L.) in low oxygen atmosphere. *Acta Hort*. 509, p.471-478.

- Rothan, C., Nicolas, J. High (1994). CO₂ levels reduce ethylene production in kiwifruit. *Physiologia Plantarum*, 92, p.1-8
- Ruggiero, C.; Durigan, J.F.; Goes, A.; Natale, W.; Benassi, A.C. (2003) Panorama da cultura do mamão no Brasil e no mundo: Situação atual e tendências. *Papaya Brasil*, 22p.
- SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- Sampaio, S.A.; Bora, P.S.; Holschuh, H.J.; Silva, S.M. (2007) Postharvest respiratory activity and changes in some chemical constituents during maturation of yellow mombim (*Spondias mombin*) fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.27 (3), p.511-515.
- Santos, A.E.O.; Assis, J.S.; Batista, P.F.; Santos, O.O. (2011) Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. *Revista Semiárido de Visu*, Petrolina, 1(1): 10-17.
- Santos, R.M.; Santos, A.E.O.; Santos, J.S.; Batista, P.F.; Pires, M.M.L.; Aragão, C.A. (s.d.) Utilização da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de cebola (*Allium cepa*, L.). Juazeiro, BA. 5p.
- Saquet, A.A.; Streif, J. (2002) Respiração e produção de etileno de maçãs armazenadas em diversas concentrações de oxigênio. *Revista Brasileira de Agrociência*, 71-75.
- Sarantópoulos, C.I.G.L. (1997) Embalagens para vegetais minimamente processados - *fresh cut*. *Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens*. Instituto de Tecnologia de Alimentos. v. 9. n 5.
- Schünemann, a., Cantillano, f., Galarça, s., e Lima, c. (2008). Conservação em atmosfera controlada de morangos "camarosa" produzidos em sistema orgânico e convencional. *XX Congresso Brasileiro de Fruticultura* , (p. 5). Vitória.
- Sestari, I., Giehl, R., Pinto, J., e Brackmann, A. (2008). Condições de atmosfera controlada para pêssegos "Maciel" colhidos em dois estádios de maturação. *Ciência Rural* , 1240-1245.
- Silva, H.R.F.; Resende, E.D; Pinto, L.K.A.; Almeida, R.F. Martins, M.L.L. (2006). Atividade da enzima poligalacturonase em frutos de mamoeiro cv. 'Golden' armazenados sob refrigeração. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.31 (2), 187-191p.
- Silveira, N.S.S.; Michereff, S.J.; Mariano, R.L.R.; Tavares, L.A.; Maia, L.C. (2001) Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. *Fitopatologia Brasileira*., Pernambuco, 26 (1): 33-38.

- Song, Y.; Vorsa, N.; Yam, K.L. (2002) Modeling respiration-transpiration in a modified atmosphere packaging system containing blueberry. *Journal of Food Engineering*, 103-109p.
- Sousa, M.; Alves, M.R. (2008) Atmosferas modificadas: Evolução na conservação de produtos alimentares. *Segurança e qualidade alimentar*, n.4, 40-43.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2006) *Fisiologia Vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 722p.
- Vitorazi, L.; Resende, E.D.; Martins, D.R.; Thiébaud, J.T.L. (2011) Dimensionamento amostral para a caracterização da qualidade pós-colheita do mamão. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa-MG, v.36 (1), 64-71p.
- Wang, Z.W.; Duan, H.W.; (2010) Development and comparison of multivariate respiration models for fresh papaya (*Carica papaya* L.) based on regression method and artificial neural network. *Eur Food Res Technol*, 691–699.
- Weber, A.; Brackmann, A.; Anese, R.O.; Both, V.; Pavanello, E.P. (2013) Atmosfera controlada para o armazenamento da maçã 'Maxi Gala'. *Revista Ciência Agrônoma*, Fortaleza, 44 (2): 294-301.
- Wills, R. B. H., Widjanarko, S. B. (1995). Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. *Australian journal of Experimental Agriculture*.35: 1173 – 6.
- Young, R.E.; Romani, R.J.; Biale, J.B. (1961) Carbon Dioxide effects on fruit respiration II Responde of avocados, bananas and lemons. *Plant Physiology*. p.416-422.
- Young, E. (1993) Respiratory oxygen response and respiratory quotient os apple stem sections during chilling. *Journal of the Americam Society for Horticultural Science*. v.118 (4), p.509-512.
- Zhou, L., Paull, R., e Chen, N. *Papaya*. Honolulu: University of Hawaii - Department of Tropical Plants and Soil Sciences.
- Zhou, L. Paull, R.E. (2001) Sucrose metabolism during papaya (*Carica papaya*) fruit growth and ripening. *Journal of the Americam Society for Horticultural Science*. 126 (3):351-357p.

APÊNDICES

Apêndice A: Medidas para o cálculo da densidade média dos frutos

N° fruto	Vol. desloc (cm)	Valor em L	Peso (g)	Densidade (g/L)
1	2,5	0,3076	309,55	1006,0375
2	2,5	0,3076	290,95	945,5875
3	2,3	0,2830	277,21	979,2744
4	2,1	0,2584	252,88	978,4047
5	2,1	0,2584	253,87	982,2351
6	2,3	0,2830	288,06	1017,6032
7	2,4	0,2953	309,3	1047,1093
8	3,6	0,4430	408,35	921,6232
9	2,3	0,2830	289,02	1020,9945
10	2,2	0,2707	264,37	976,3664
11	2,1	0,2584	260,59	1008,2351
12	2,3	0,2830	291,33	1029,1548
13	2,6	0,3200	321,74	1005,4375
14	2,5	0,3076	292,77	951,5025
15	3,0	0,3692	374,23	1013,5395
16	3,3	0,4061	382,68	942,2045
17	2,5	0,3076	307,53	999,4725
18	2,7	0,3323	334,39	1006,2662
19	2,6	0,3200	320,63	1001,9687
20	3,7	0,4553	423,19	929,3023
21	2,5	0,3076	314,76	1022,9700
22	2,3	0,2830	275,13	971,9266
23	2,6	0,3200	304,13	950,4062
24	2,0	0,2461	261,78	1063,4812
25	2,1	0,2584	258,52	1000,2261
26	2,4	0,2953	282,44	956,1770
27	2,1	0,2584	258,2	998,9880
28	2,8	0,3446	340,39	987,7388
29	2,6	0,3200	302,41	945,0312
30	2,0	0,2461	242,7	985,9687
31	2,4	0,2953	292,23	989,3203
32	2,6	0,3200	311,41	973,1562
33	2,0	0,2461	260,34	1057,6310
34	2,0	0,2461	233,32	947,8625
35	2,3	0,2830	277,88	981,6413
36	1,7	0,2092	220,22	1052,522
37	2,3	0,2830	279,07	985,8451
38	2,1	0,2584	254,87	986,1041
39	3,0	0,3692	351,56	952,1416
40	2,8	0,3446	318,64	924,6250
41	3,4	0,4184	411,76	983,9852
42	3,2	0,3938	377,49	958,4707
43	3,1	0,3815	352,87	924,8608
44	3,5	0,4307	389,82	904,9392

45	2,8	0,3446	339,00	983,7053
46	2,8	0,3446	334,70	971,2276
47	2,8	0,3446	310,03	899,6406
48	3,2	0,3938	354,69	900,5800
49	2,2	0,2707	272,78	1007,4261
50	3,6	0,4430	429,27	968,8385
Média	2,5	0,3170	309,30	979,9951

Em $\text{cm}^3 = 0,9799 \text{ g/cm}^3$.

Apêndice B: Análise estatística: Caracterização da qualidade dos frutos estocados em diferentes composições de atmosfera controlada

QUADRO 2 - Análise estatística para parâmetro de Hunter L em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C

17,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	55,8780	12,6095	66,6990	42,7066	1,1238	6,1081	151
3	62,1587	5,2557	69,1335	53,1898	0,5411	1,0611	140
5	63,5418	4,9312	69,2300	57,4038	0,6971	0,9629	80
7	61,7190	5,6698	67,9963	51,7748	0,8444	1,2730	68
9	60,7067	4,3700	66,3607	55,0497	0,6884	0,7715	60
11	60,7067	4,3700	66,3607	55,0497	0,6884	0,7715	60
13	60,7067	4,3700	66,3607	55,0497	0,6884	0,7715	60
17,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	56,4065	12,9654	68,4909	43,3365	1,1782	6,4578	148
3	63,2557	4,8612	72,9645	52,8654	0,4954	0,9058	148
5	64,7363	4,5089	70,5996	59,7785	0,6494	0,8051	80
7	63,4604	5,0301	69,4544	57,3917	0,7102	1,0020	80
9	62,6268	4,8588	67,8006	56,6679	0,6770	0,9349	80
11	62,6268	4,8588	67,8006	56,6679	0,6770	0,9349	80
13	62,6268	4,8588	67,8006	56,6679	0,6770	0,9349	80
17,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	49,6197	7,5242	58,8291	40,4751	0,8306	2,2419	80
3	61,2136	7,6414	68,7691	44,1907	1,0407	2,3123	80
5	63,8663	6,2090	70,8132	46,2593	0,8822	1,5267	80
7	63,8852	5,3700	69,7389	48,0504	0,7632	1,1419	80
9	63,5754	4,6663	69,0922	55,9692	0,6772	0,8623	76
11	63,5754	4,6663	69,0922	55,9692	0,6772	0,8623	76
13	63,5754	4,6663	69,0922	55,9692	0,6772	0,8623	76

6,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	56,7566	12,5323	69,1072	42,5761	0,9485	6,0336	216
3	54,9606	10,5311	67,9006	45,3285	0,8551	4,2605	176
5	60,7124	8,6396	71,6373	44,3222	1,0044	2,9559	108
7	62,2113	6,0215	70,8274	54,6909	0,7173	1,4359	108
9	61,8551	6,0910	69,0776	52,3395	0,7214	1,4692	108
11	61,8551	6,0910	69,0776	52,3395	0,7214	1,4692	108
13	61,8551	6,0910	69,0776	52,3395	0,7214	1,4692	108
6,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	57,4002	12,7353	71,7256	43,5615	0,9840	6,2306	212
3	56,3769	12,9436	68,8991	44,6111	1,0660	6,4358	180
5	60,1444	8,5923	69,5341	47,1596	0,9895	2,9236	180
7	61,6174	6,1272	69,4107	51,1948	0,7229	1,4867	108
9	63,1944	5,8367	70,6832	53,6699	0,7062	1,3490	108
11	63,1944	5,8367	70,6832	53,6699	0,7062	1,3490	108
13	63,1944	5,8367	70,6832	53,6699	0,7062	1,3490	108
6,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	54,1303	10,0081	64,3890	43,3072	0,8474	3,8478	157
3	51,7999	7,9946	61,4238	44,6111	0,7929	2,5310	108
5	56,6882	9,1650	68,9672	42,1804	0,9948	3,3264	108
7	61,6043	7,7401	74,0916	47,4038	0,9130	2,3725	108
9	62,7692	6,8130	72,0395	47,3145	0,8189	1,8382	108
11	62,7692	6,8130	72,0395	47,3145	0,8189	1,8382	108
13	62,7692	6,8130	72,0395	47,3145	0,8189	1,8382	108
3,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	56,9088	13,2705	69,6390	43,8121	1,0071	6,7653	216
3	60,5531	8,1957	69,7177	46,7393	0,6947	2,5803	196
5	62,6284	5,9307	69,4977	52,0869	0,7112	1,3929	108
7	64,8219	5,0862	70,6058	53,6651	0,6313	1,0244	108
9	64,5801	4,9413	69,9350	57,9571	0,6110	0,9669	108
11	63,1501	4,7803	69,8230	55,1852	0,6007	0,9049	100
13	62,2832	4,3953	67,1229	55,6625	0,6809	0,7650	64

3,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	52,3297	13,5424	69,8385	43,9283	1,0353	7,0453	216
3	61,8042	8,7172	70,3216	44,2959	0,7184	2,9192	216
5	62,5010	7,3867	69,8502	47,8556	0,8840	2,1608	108
7	64,2475	5,6326	71,0270	52,6405	0,6929	1,2563	108
9	64,5094	5,1578	69,3829	54,4070	0,6371	1,0535	108
11	64,5094	5,1578	69,3829	54,4070	0,6371	1,0535	108
13	64,5094	5,1578	69,3829	54,4070	0,6371	1,0535	108
3,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coeficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	54,6494	11,7567	66,1862	43,3680	0,8731	5,3098	208
3	56,1839	8,5553	66,1132	44,6682	0,6871	2,8117	188
5	56,7807	9,1728	66,8658	45,4662	0,9973	3,3320	108
7	61,7720	6,6576	70,3844	49,8929	0,7875	1,7552	108
9	62,8601	6,2606	68,8889	51,5869	0,7535	1,5521	108
11	62,8601	6,2606	68,8889	51,5869	0,7535	1,5521	108
13	62,8601	6,2606	68,8889	51,5869	0,7535	1,5521	108

QUADRO 3 - Análise estatística para parâmetro de Hunter a em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C

17,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	8,1852	39,4338	28,9616	-9,0266	2,4017	59,7380	151
3	17,8467	17,7014	30,1679	-7,8267	1,4029	12,0372	140
5	18,1687	8,3511	24,6587	3,9417	0,8949	2,7618	80
7	21,7804	6,4735	29,9782	13,4851	0,8089	1,6595	68
9	25,7076	5,0276	32,1999	19,1376	0,7267	1,0212	60
11	25,7076	5,0276	32,1999	19,1376	0,7267	1,0212	60
13	25,7076	5,0276	32,1999	19,1376	0,7267	1,0212	60
17,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	6,4224	36,7827	27,8641	-8,1360	2,1584	51,9757	148
3	16,3013	16,9037	29,4287	-2,6155	1,2609	10,9768	148
5	15,2624	8,3727	20,5436	5,8308	0,8431	2,7761	80
7	18,9775	5,7020	23,4332	11,2898	0,6213	1,2875	80
9	21,7835	4,8726	27,3307	15,4930	0,5613	0,9402	80
11	21,7835	4,8726	27,3307	15,4930	0,5613	0,9402	80
13	21,7835	4,8726	27,3307	15,4930	0,5613	0,9402	80
17,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	-5,8612	6,1428	-0,5938	-8,5867	0,3299	1,4943	80
3	4,4813	16,6940	17,1356	-9,1422	1,2807	11,0364	80
5	11,5882	14,6239	19,5621	-8,4874	1,3531	8,4691	80
7	15,4174	12,5091	21,9310	-1,7798	1,2640	6,1967	80
9	18,3023	9,3655	25,5217	0,0710	1,0326	3,4735	76
11	18,3023	9,3655	25,5217	0,0710	1,0326	3,4735	76
13	18,3023	9,3655	25,5217	0,0710	1,0326	3,4735	76
6,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	7,8953	35,6386	27,5067	-9,1715	1,8010	48,7926	216
3	3,8438	45,3347	29,8301	-11,0022	2,2667	78,9539	176
5	8,2803	17,4648	19,3193	-6,1641	1,2802	12,0792	108
7	15,0852	12,2260	23,4416	-1,9779	1,0555	5,9193	108
9	18,7950	8,7528	25,8877	3,7867	0,8178	3,0339	108
11	18,7950	8,7528	25,8877	3,7867	0,8178	3,0339	108
13	18,7950	8,7528	25,8877	3,7867	0,8178	3,0339	108

6,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	4,8924	31,0218	22,4829	-9,5040	1,4570	36,9699	212
3	11,7056	40,2899	24,5866	-11,1064	1,8661	62,3600	180
5	6,7252	19,7454	19,8080	-7,6583	1,3885	15,4397	180
7	11,8492	16,8102	21,8794	-4,1347	1,3471	11,1906	108
9	15,8503	11,4302	23,9690	1,1566	1,0035	5,1739	108
11	15,8503	11,4302	23,9690	1,1566	1,0035	5,1739	108
13	15,8503	11,4302	23,9690	1,1566	1,0035	5,1739	108
6,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	-5,3054	45,0770	33,5971	-10,6138	2,4894	78,0591	157
3	-7,6855	9,6772			0,4135	3,7086	108
5	0,3584	22,2185	14,5710	-8,4910	1,2916	19,5495	108
7	7,8400	20,3949	18,9845	-7,9841	1,4778	16,4721	108
9	10,8795	16,7641	20,3161	-6,1293	1,3122	11,1293	108
11	10,8795	16,7641	20,3161	-6,1293	1,3122	11,1293	108
13	10,8795	16,7641	20,3161	-6,1293	1,3122	11,1293	108
3,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	7,2360	36,0329	28,0744	-9,3843	1,7893	49,8783	216
3	10,2532	27,4059	28,5020	-8,4967	1,5444	28,8536	196
5	9,8970	17,9204	22,2698	-5,3974	1,3690	12,7175	108
7	18,1425	8,2226	25,6328	4,0569	0,7580	2,6774	108
9	20,1427	6,7447	27,2270	7,3804	0,6476	1,8015	108
11	22,3040	5,5056	27,5643	12,0322	0,5730	1,2004	100
13	23,3805	4,6522	29,0168	16,3674	0,6127	0,8570	64
3,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	3,7124	29,1550	20,2627	-9,4071	1,3107	32,6541	216
3	8,7351	21,4778	20,5633	-6,5400	1,1094	17,7212	216
5	9,0003	16,8619	21,8453	-7,1116	1,2597	11,2675	108
7	13,7768	13,6028	22,8035	-5,8445	1,1402	7,3277	108
9	17,9398	8,4164	24,8771	3,6884	0,7726	2,8051	108
11	17,9398	8,4164	24,8771	3,6884	0,7726	2,8051	108
13	17,9398	8,4164	24,8771	3,6884	0,7726	2,8051	108

3,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	8,2653	40,6025	33,4461	-9,4324	2,1114	63,3312	208
3	8,5564	38,8057	30,7781	-8,3373	2,1387	57,8500	188
5	-1,8393	19,6128	16,5566	-8,7720	1,1206	15,2330	108
7	6,4479	17,7722	18,7548	-6,5019	1,2403	12,5081	108
9	8,6817	16,6148	19,2269	-5,5394	1,2306	10,9319	108
11	8,6817	16,6148	19,2269	-5,5394	1,2306	10,9319	108
13	8,6817	16,6148	19,2269	-5,5394	1,2306	10,9319	108

QUADRO 4 - Análise estatística para parâmetro de Hunter b em casca de mamão cultivar 'Golden' no final do armazenamento de 14 dias em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C

17,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	27,7266	19,9543	36,7809	17,7911	0,8605	14,5467	151
3	32,6097	6,5859	36,9335	25,0590	0,3557	1,6662	140
5	33,4974	5,6085	37,1381	29,5055	0,4179	1,2457	80
7	32,7198	6,7049	37,1916	25,7065	0,5294	1,7803	68
9	32,1923	5,0666	35,9069	28,8511	0,4232	1,0371	60
11	32,1923	5,0666	35,9069	28,8511	0,4232	1,0371	60
13	32,1923	5,0666	35,9069	28,8511	0,4232	1,0371	60
17,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	27,7279	20,3550	36,8123	18,9757	0,9093	15,9167	148
3	32,9977	6,0644	38,7689	25,2282	0,3224	1,4128	148
5	33,7772	5,4185	38,0209	27,9050	0,4072	1,1627	80
7	33,3325	5,9006	37,8931	29,1013	0,4375	1,3787	80
9	33,2004	5,5140	37,3534	29,6890	0,4073	1,2040	80
11	33,2004	5,5140	37,3534	29,6890	0,4073	1,2040	80
13	33,2004	5,5140	37,3534	29,6890	0,4073	1,2040	80
17,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	22,5741	10,2027	28,5578	16,7982	0,5124	4,1223	80
3	30,6313	11,6595	35,3708	18,1130	0,7946	5,3835	80
5	33,0464	8,8951	37,3743	19,7894	0,6540	3,1333	80
7	33,4568	7,2832	37,2003	20,4506	0,5421	2,1006	80
9	33,5118	5,0864	37,0752	28,8357	0,3891	1,0245	76
11	33,5118	5,0864	37,0752	28,8357	0,3891	1,0245	76
13	33,5118	5,0864	37,0752	28,8357	0,3891	1,0245	76
6,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	N° de amostras
1	28,1396	20,2277	36,7177	18,6193	0,7590	15,7183	216
3	27,8916	15,9039	36,4759	21,5147	0,6553	9,7167	176
5	30,8881	12,2059	37,2630	21,5326	0,7219	5,8999	108
7	32,7890	7,6189	37,0074	26,0639	0,4783	2,2987	108
9	38,7820	7,8150	37,5185	25,1665	0,4905	2,4186	108
11	38,7820	7,8150	37,5185	25,1665	0,4905	2,4186	108
13	38,7820	7,8150	37,5185	25,1665	0,4905	2,4186	108

6,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	28,1907	19,3602	37,6300	18,6251	0,7346	14,3990	212
3	28,3541	17,2477	36,1248	20,4487	0,7144	11,4281	180
5	30,5726	11,6609	36,8358	21,4583	0,6826	5,3848	180
7	32,1725	8,2889	36,2645	24,4094	0,5106	2,7208	108
9	33,1615	6,9405	37,1796	25,9006	0,4407	1,9076	108
11	33,1615	6,9405	37,1796	25,9006	0,4407	1,9076	108
13	33,1615	6,9405	37,1796	25,9006	0,4407	1,9076	108
6,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	25,9387	17,7237	34,5402	18,4700	0,7191	12,0676	157
3	25,1082	10,4165	31,2807	19,7846	0,5008	4,2968	108
5	27,2373	14,4152	35,7086	18,2766	0,7518	8,2290	108
7	31,4482	11,2373	38,4129	20,4005	0,6767	5,0007	108
9	31,9594	9,3486	38,9841	19,4083	0,5721	3,4610	108
11	31,9594	9,3486	38,9841	19,4083	0,5721	3,4610	108
13	31,9594	9,3486	38,9841	19,4083	0,5721	3,4610	108
3,0%O ₂ 0,6%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	28,2808	21,8831	38,1767	18,8530	0,8253	18,3963	216
3	30,7934	13,7799	36,6141	19,5142	0,5940	7,2947	196
5	32,0924	8,7267	37,3518	24,6840	0,5362	3,0158	108
7	34,2626	5,9214	38,0366	27,2687	0,3884	1,3885	108
9	34,3248	5,7574	38,3854	28,9786	0,3784	1,3127	108
11	34,0836	5,8798	37,9135	27,7997	0,3988	1,3690	100
13	33,7415	5,5240	38,0683	30,1402	0,4636	1,2084	64
3,0%O ₂ 5,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	27,7721	20,5999	37,0393	16,9550	0,7629	16,3022	216
3	31,1552	13,5630	37,0547	18,6595	0,5635	7,0668	216
5	32,0443	10,6688	37,7167	20,1977	0,6546	4,5075	108
7	33,6776	7,9842	38,0973	24,2795	0,5148	2,5245	108
9	34,0597	7,1528	37,6915	22,7811	0,4665	2,0261	108
11	34,0597	7,1528	37,6915	22,7811	0,4665	2,0261	108
13	34,0597	7,1528	37,6915	22,7811	0,4665	2,0261	108

3,0%O ₂ 10,0%CO ₂							
Tempo (dias)	Média Geral	Coefficiente de variação	Valor máximo	Valor mínimo	Intervalo de confiança (0,05%)	Amostra ideal (10%)	Nº de amostras
1	26,5012	21,1475	35,3772	17,6485	0,7616	17,1802	208
3	27,3485	17,1539	34,8072	16,9103	0,6706	11,3042	188
5	26,7378	14,9124	35,2517	18,0087	0,7635	8,8065	108
7	30,7718	9,9434	35,9820	22,8276	0,5859	3,9154	108
9	31,8444	9,0062	36,8117	23,4319	0,5491	3,2121	108
11	31,8444	9,0062	36,8117	23,4319	0,5491	3,2121	108
13	31,8444	9,0062	36,8117	23,4319	0,5491	3,2121	108

Apêndice C: Parâmetros de Regressão

QUADRO 5 – Parâmetros da regressão linear e múltipla das variáveis dependentes oxigênio, gás carbônico e quociente respiratório no final do armazenamento de 14 dias de mamões 'Golden' em atmosfera controlada à temperatura de 24 °C

Oxigênio					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
O2	0.369757E+03	0.383441E+02	9.643105	2.495734	0.0001
CO2	0.596093E+01	0.349502E+02	0.170555	0.025672	0.4323
TEMP	-0.328667E+00	0.316173E+00	-1.039515	-0.147438	0.1493
O2Q	-0.144479E+04	0.171069E+03	-8.445681	-2.043414	0.0001
CO2Q	-0.238401E+03	0.243849E+03	-0.977656	-0.113294	0.1641
TEMPQ	0.226970E-01	0.182387E-01	1.244446	0.146844	0.1067
O2CO2	-0.222403E+03	0.220397E+03	-1.009101	-0.127699	0.1565
O2TEMP	0.903411E+01	0.176713E+01	5.112316	0.604191	0.0001
CO2TEMP	-0.480741E+00	0.288444E+01	-0.166667	-0.020109	0.4338
INTERTRI	-0.169291E+02	0.273369E+02	-0.619277	-0.085515	0.2679
CONSTANTE	0.278788E+01				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	10	12878.34	1287.834	106.69	0.0000
Independente	178	2148.664	12.07114		
Gás Carbônico					
Nome	Coefficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
O2	0.364180E+03	0.345905E+02	10.528330	2.796596	0.0001
CO2	-0.424968E+01	0.287376E+02	-0.147878	-0.020822	0.4412
TEMP	-0.377863E-01	0.271996E+00	-0.138922	-0.019285	0.4448
O2Q	-0.142674E+04	0.159797E+03	-8.928456	-2.295759	0.0001
CO2Q	-0.108861E+03	0.227781E+03	-0.477917	-0.058857	0.3164
TEMPQ	0.525328E-01	0.170368E-01	3.083480	0.386677	0.0010
O2TEMP	0.459531E+01	0.980601E+00	4.686218	0.349652	0.0001
CO2TEMP	-0.402015E+01	0.153686E+01	-2.615828	-0.191319	0.0045
O2CO2	-0.426132E+03	0.102142E+03	-4.171942	-0.278371	0.0001
CONSTANTE	0.417888E+01				

Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	9	9724.021	1080.447	102.58	0.0000
Independente	179	1885.362	10.53275		
Quociente Respiratório (RQ)					
Nome	Coeficiente	Desvio-Padrão	Valor de T	Coef. Beta	Probab.
O2	-0.621983E+01	0.188933E+01	-3.292086	-1.616018	0.0005
CO2	-0.229104E+01	0.172210E+01	-1.330375	-0.379804	0.0917
TEMP	0.267130E-01	0.155788E-01	1.714704	0.461278	0.0432
O2Q	0.282546E+02	0.842905E+01	3.352048	1.538246	0.0004
CO2Q	0.101173E+02	0.120152E+02	0.842047	0.185076	0.1999
TEMPQ	0.827368E-03	0.898671E-03	0.920658	0.206049	0.1786
CO2TEMP	-0.465370E-01	0.142125E+00	-0.327438	-0.07493	0.3717
O2TEMP	-0.245759E+00	0.870715E-01	-2.822494	-0.632679	0.0024
CO2O2	0.156679E+01	0.108596E+02	0.144277	0.034629	0.4427
CO2O2TEM	-0.558279E-02	0.134697E+01	-0.004145	-0.001086	0.5000
CONSTANTE	0.130180E+01				
Análise de Variância					
Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	10	4.924907	0.4924907	16.80	0.0000
Independente	178	5.216565	0.2930654E-01		