

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE MORANGOS SUBMETIDOS A
RESFRIAMENTO RÁPIDO E ARMAZENAMENTO EM
DIFERENTES EMBALAGENS E TEMPERATURAS**

CINTYA ALEJANDRA CASTILLO PIZARRO

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE MORANGOS SUBMETIDOS A
RESFRIAMENTO RÁPIDO E ARMAZENAMENTO EM
DIFERENTES EMBALAGENS E TEMPERATURAS**

Tese de Doutorado submetida à banca examinadora para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Tecnologia Pós-Colheita.

CINTYA ALEJANDRA CASTILLO PIZARRO

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO ADEMAR MARTINS LEAL

CAMPINAS
FEVEREIRO 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C278a Castillo Pizarro, Cintya Alejandra
Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas / Cintya Alejandra Castillo Pizarro. -- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Paulo Ademar Martins Leal.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Morango. 2. Plantas - Respiração. 3. Frutas - Armazenamento. 4. Tecnologia pos-colheita. 5. Produtos agrícolas - Armazenamento. I. Leal, Paulo Ademar Martins. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Strawberries evaluation submitted to fast cooling and followed by storage in different packings and temperatures

Palavras-chave em Inglês: Stawberries, Plants respiration, Fruits storage, Postrvest technology, Farm produce storage

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Doutorado em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: José Fernando Durigan, Angelo Pedro Jacomino, Francisco Antonio Passos, Benedito Carlos Benedetti

Data da defesa: 03/02/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

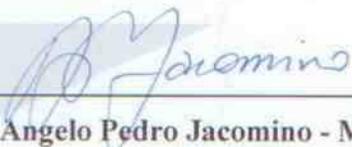
Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Cintya Alejandra Castillo Pizarro**, aprovada pela Comissão Julgadora em 03 de fevereiro de 2009, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



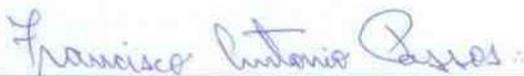
**Prof. Dr. Paulo Ademir Martins Leal – Presidente e Orientador
Feagri/Unicamp**



**Prof. Dr. José Fernando Durigan - Membro Titular
Unesp**



**Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino - Membro Titular
Esalq/USP**



**Prof. Dr. Francisco Antonio Passos - Membro Titular
IAC**



**Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti - Membro Titular
Feagri/Unicamp**

Se fazer fosse tão fácil quanto saber, o que seria bom fazer, as capelas seriam igrejas e as choupanas dos pobres, palácios de príncipe.

Willian Shakespeare

*Aos meus pais Herman e Iris e irmão Roberto Eduardo
pela força, confiança e paciência!!*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Dr. Paulo Leal, por ter me dado a oportunidade de ser sua orientada, pela amizade e ensinamentos,

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio pesquisa,

Ao produtores de morango de Monte Alegre do Sul, Sr. Ronaldo e Sr. Laércio, que forneceram os morangos para realização dos experimentos. Ao Sr. Flávio Fernandes Júnior pela ajuda nos momentos de apuros.

Aos funcionários do Laboratório de pós-colheita, Rosa Helena, Rosália e Francisco (Chico), obrigada;

Ao José Benedito, do Laboratório de Controle Ambiental, pelos serviços prestados em relação aos equipamentos utilizados;

A todas as amizades feitas em Campinas no período da pós graduação.

A todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho e;

Á Deus,

Meus agradecimentos

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1) INTRODUÇÃO	1
2) OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. MATÉRIA-PRIMA	4
3.2. ECONOMIA.....	7
3.3. PADRONIZAÇÃO PARA O MORANGO	9
3.4. FATORES RESPONSÁVEIS PELA QUALIDADE	10
3.5. ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	12
3.6. TEMPERATURA.....	12
3.7. EMBALAGENS	14
3.8. ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DECORRENTES DO ARMAZENAMENTO	16
3.8.1. RESPIRAÇÃO	16
3.8.2. FIRMEZA	17
3.8.3. PH.....	18
3.8.4. COLORAÇÃO	19
3.8.5. ACIDEZ	19
3.8.6. SÓLIDOS SOLÚVEIS	20
3.8.7. RELAÇÃO SS/ATT	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1. MATÉRIA PRIMA	22
4.2. EMBALAGENS	22
4.3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS DE MEDIÇÃO DA TAXA RESPIRATÓRIA.....	23
4.3.1. FLUXÔMETRO	23
4.3.2. FRASCOS.....	25
4.3.3. TUBULAÇÕES	25
4.3.4. CROMATÓGRAFO	26
4.3.5. CÁLCULOS DA TAXA RESPIRATÓRIA - SISTEMA FLUXO CONTÍNUO	26
4.3.6. CÁLCULOS DA TAXA RESPIRATÓRIA – SISTEMA ESTÁTICO.....	27
4.3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27

4.4. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO ARMAZENAMENTO DOS PSEUDOFRUTOS DE MORANGO	27
4.4.1. SENSORES E AQUISIÇÃO DE DADOS	28
4.4.2. MEDIÇÃO DA TEMPERATURA.....	28
4.5.. ANÁLISES QUÍMICAS	29
4.5.1. PH.....	29
4.5.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS).....	29
4.5.3. ACIDEZ TITULÁVEL (AT)	29
4.5.4. RELAÇÃO SS/AT (“RATIO”).....	29
4.5.5. FIRMEZA	29
4.5.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
4.5.7. MÉTODO PARA SELEÇÃO DAS AMOSTRAS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	30
4.6. DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS	30
4.6.1. EXPERIMENTO- MONITORAMENTO DA TAXA RESPIRATÓRIA EM SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO	30
4.6.2. EXPERIMENTO- MONITORAMENTO DA TAXA RESPIRATÓRIA EM SISTEMA ESTÁTICO	31
4.6.3. EXPERIMENTO RESFRIAMENTO RÁPIDO E ARMAZENAMENTO	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1. MONITORAMENTO DA TAXA RESPIRATÓRIA EM SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO E SISTEMA ESTÁTICO	35
5.2. EXPERIMENTO – ANÁLISES FÍSICO – QUÍMICAS.....	40
5.2.1. PH.....	40
5.2.2. SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX).....	42
5.2.3. ACIDEZ TITULÁVEL	44
5.2.4. RELAÇÃO SS/AT.....	45
5.2.5. FIRMEZA	47
6) CONCLUSÕES	49
7) CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
8) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. TAMPA DA EMBALAGEM CLAM SHELL COM 18 FUROS.....	22
FIGURA 2. MEIA CUMBUCAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO, RECOBERTA COM FILME DE POLICLORETO DE VINILA, ACONDICIONADA DENTRO DE UMA CAIXA CONTENTORA COM CAPACIDADE PARA QUATRO CUMBUCAS.	23
FIGURA 3. FLOW BOARD	24
GRÁFICO 1. TAXA RESPIRATÓRIA DE MORANGOS DA VARIEDADE SWEET CHARLIE A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO SOB SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DA ATMOSFERA.....	36
GRÁFICO 2. TAXA RESPIRATÓRIA DE MORANGOS DA VARIEDADE CAMAROSA A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO SOB SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DA ATMOSFERA.	36
GRÁFICO 3. TAXA RESPIRATÓRIA DE MORANGOS DA VARIEDADE CAMPDOVER A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO SOB SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DA ATMOSFERA.	37
GRÁFICO 4. TAXA RESPIRATÓRIA DE MORANGOS DA VARIEDADE OSO GRANDE A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO SOB SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DA ATMOSFERA.	37
GRÁFICO 5. TAXA RESPIRATÓRIA DETERMINADOS PELO SISTEMA ESTÁTICO DOS FRUTOS DA VARIEDADE OSO GRANDE A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, DURANTE O ARMAZENAMENTO POR 5 DIAS.	38
GRÁFICO 6. TAXA RESPIRATÓRIA DETERMINADOS PELO SISTEMA ESTÁTICO DOS FRUTOS DA VARIEDADE CAMAROSA A 0°C, 5°C, 10°C E 15°C, DURANTE O ARMAZENAMENTO POR 5 DIAS.	38
GRÁFICO 7. VARIAÇÃO NO pH DE MORANGOS ESTUDADOS A 0°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO.	41
GRÁFICO 8. VARIAÇÃO NO pH DE MORANGOS ESTUDADOS A 10°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO.	42
GRÁFICO 9. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM MORANGOS DAS VARIEDADES ESTUDADAS ARMAZENADAS A 0°C, EM EMBALAGENS PET E PVC.	43
GRÁFICO 10. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM MORANGOS DAS VARIEDADES ESTUDADAS ARMAZENADAS A 10°C, EM EMBALAGENS PET E PVC.	43
GRÁFICO 11. VARIAÇÃO NA ACIDEZ TITULÁVEL DE MORANGOS DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE A 0°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	44
GRÁFICO 12. VARIAÇÃO NA ACIDEZ TITULÁVEL DE MORANGOS DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE A 0°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	45
GRÁFICO 13. VARIAÇÃO NA RELAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS E ACIDEZ TITULÁVEL DE MORANGOS DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE A 0°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	46
GRÁFICO 14. VARIAÇÃO NA RELAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS E ACIDEZ TITULÁVEL DE MORANGOS DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE A 10°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	46

GRÁFICO 15. VARIAÇÃO DA FIRMEZA DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE NA TEMPERATURA DE 0°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC, AO LONGO DO ARMAZENAMENTO DE 10 DIAS.	48
GRÁFICO 16. VARIAÇÃO DA FIRMEZA DAS VARIEDADE CAMAROSA, DOVER, OSO GRANDE E SWEET CHARLIE NA TEMPERATURA DE 10°C, NAS EMBALAGENS PET E PVC.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MORANGO POR PORÇÃO DE 100 GRAMAS.....	5
TABELA 2 - PREÇOS MÉDIOS E QUANTIDADE MENSAIS DE MORANGO COMERCIALIZADOS NOS ANOS DE 2005 E 2006 NA CEAGESP – SP.....	8
TABELA 3. COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PELO TESTE DE TUKEY (RESPIRAÇÃO) PARA SISTEMA FLUXO CONTÍNUO.....	39
TABELA 4. COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PELO TESTE DE TUKEY (RESPIRAÇÃO) PARA SISTEMA ESTÁTICO.....	39
TABELA 5. TESTE DE TUKEY PARA PH (VARIEDADE, TEMPERATURA E EMBALAGEM)	42
TABELA 6 – TESTE DE TUKEY PARA SÓLIDOS SOLÚVEIS (VARIEDADE, TEMPERATURA E EMBALAGEM).....	44
TABELA 7 - TESTE DE TUKEY PARA ACIDEZ TITULÁVEL (VARIEDADE, TEMPERATURA E EMBALAGEM).....	45
TABELA 8. TESTE DE TUKEY PRA RATIO (VARIEDADE, TEMPERATURA E EMBALAGEM)	46
TABELA 9 - TESTE DE TUKEY PARA TEXTURA (VARIEDADE, TEMPERATURA E EMBALAGEM)	48

AVALIAÇÃO DE MORANGO SUBMETIDO AO RESFRIAMENTO RÁPIDO SEGUIDO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS

RESUMO

O morango é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas. O Estado de São Paulo é um dos seus maiores produtores no Brasil.

De todo o ciclo produtivo do morango, a comercialização tem se mostrado a fase mais complexa e problemática, podendo afetar mais o lucro do que todas as outras etapas de produção. Isso ocorre devido às características do produto, como fragilidade, manuseio inadequado, alta perecibilidade e falta de embalagens e de refrigeração adequados. Por possuir elevado valor comercial, principalmente no mercado *in natura*, a tecnologia do frio para sua melhor conservação pós-colheita, pode ser utilizado para manter as boas características de qualidade do fruto.

Este trabalho teve por objetivo geral definir qual a melhor condição pós-colheita para conservação de morangos quanto a embalagem cumbucas de tereftalato de polietileno (PET) ou em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC), resfriamento rápido e armazenamento refrigerado, visando seu consumo *in natura*.

Realizaram-se dois experimentos, sendo um para monitoramento da taxa respiratória dos pseudofrutos a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C em dois sistemas (sistema de fluxo contínuo e sistema estático). Outro experimento foi feito para avaliar a resposta da fruta expressa pelos parâmetros respiração, sólidos solúveis, pH e acidez titulável, quando estes foram submetidos a processos de resfriamento rápido e armazenagem. As variedades avaliadas foram Camarosa, Sweet Charlie, Dover e Oso Grande. Neste experimento utilizou-se câmaras de armazenamento com regulagem de 0 e 10°C, e os frutos foram embalados em cumbucas PET e PVC. As frutas foram analisadas a cada dois dias, até ficarem impróprias para o consumo.

Verificou-se que o melhor método para avaliação da taxa respiratória é o método do sistema de fluxo contínuo, por possuir um fluxo constante durante todo o experimento, assim como melhor reprodutibilidade dos tempos de retenção e da quantificação do CO₂ dentro dos frascos. A temperatura 0°C, foi a que possibilitou a maior vida de prateleira dos frutos. Não se

observou diferença entre as embalagens PET e PVC no armazenamento a 0°C e a 10°C. Das variedades avaliadas a Sweet Charlie é a que se mostrou mais indicada para consumo *in natura*, devido suas características físico-químicas. Enquanto a variedade Camarosa a mais indicada para indústria.

PALAVRAS-CHAVE: *Fragaria x ananassa* Duch., respiração, armazenamento refrigerado, conservação pós-colheita,

STRAWBERRY EVALUATION SUBMITTED TO FAST COOLING AND FOLLOWED BY STORAGE DIFFERENT TEMPERATURES AND PACKINGS

ABSTRACT

The strawberry is cultivated and appreciated in several regions around the world, being the specie with the most economical value among the small fruits. The São Paulo state is one of the biggest producers in Brazil.

From all productive cycle of strawberry the commercialization has shown the most complex and problematic phase, and it can affect more the profit than all the others. This happens due to the product characteristics, such as fragility, improper handling, high perishable, inadequate packaging, and use of cold chain. Since strawberry has high commercial value, mainly on *in natura* market, the cold chain technology may be used to keep the good characteristics of fruit quality.

The objectives were to define which are the best conditions postharvest for the strawberry fruits in terms of packing PET or PVC, precooling and refrigerated storage aiming the consumption *in natura*. Two experiments were realized, being one to monitoring and evaluating the respiratory rate of the fruits at the temperatures of 0, 5, 10 and 15°C in two different systems: continuous flow system, and static flow system, in BOD's. The other experiment was to evaluate the answer of biochemical parameters (respiration rate, soluble solids, pH and titratable acidity) submitted to the precooling and refrigerated processes using the Camarosa, Sweet Charlie, Dover, and Oso Grande varieties. For this experiment was used chambers at 0 and 10°C, and the fruits had been packed in packs of tereftalate of polyethylene (PET) clam shell type, and packs of tereftalate of polyethylene (PET) wrap with PVC film. Physical-chemical analyses were carried every two days until the fruits got improper for consumption.

The experiment show that the optimum method for evaluation respiratory rate is the one using the continuous flow system since presented a constant flow during all the experiments, and allows better accuracy for the retention time and CO₂ quantification inside of the bottles. The temperature of 0°C was the one that shows longest fruits shelf life time. There were not differences between packs of tereftalate of polyethylene (PET) clam shell type and packs of tereftalate of polyethylene (PET) wrap with PVC film stored at 0 and 10°C. Among the

varieties, the Sweet Charlie was the most indicated for *in natura* consumption, due to its physical-chemical characteristics. Meanwhile the variety Camarosa was the most appropriate for industry use.

KEYWORDS: *Fragaria ananassa* Duch., respiration, cooling storage, postharvest conservation

1) INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (OLIVEIRA, NINO & SCIVITTARO, 2005).

A produção mundial de pseudofrutos de morango é de 3,1 milhões de toneladas (OLIVEIRA JR. & MANICA, 2003), sendo que a produção brasileira está estimada em 40 mil toneladas, obtida em uma área estimada de 3.500 hectares. Destacam-se os estados de Minas Gerais (32,3%), São Paulo (31,4%) e Rio Grande do Sul (16,5%) como maiores produtores.

Informações obtidas pelo Instituto de Economia Agrícola indicam que no Estado de São Paulo as regiões que mais produzem morangos são: Atibaia (24% do total), Piedade, Itupeva e Jundiá. Em 2002 o Estado de São Paulo produziu 4.299t de morango em 542,6 hectares (SATO & ASSUMPCÃO, 2002). Segundo o I.E.A. (2008), a cotação de morango variou de R\$ 7,24/kg a R\$ 7,67/kg de outubro de 2007 a janeiro de 2008.

De todo o ciclo produtivo do morango, a comercialização tem se mostrado a fase mais complexa e problemática, podendo afetar mais o lucro do que todas as outras etapas de produção juntas. Isso ocorre devido às características do produto, como fragilidade, manuseio inadequado, alta perecibilidade, e falta de embalagens e refrigeração adequados. O aprimoramento na fase de comercialização do produto deve receber tanta atenção como na fase de produção, garantindo assim o completo sucesso do empreendimento (VIEIRA, 2000).

O morango por possuir elevado valor comercial, no mercado *in natura* necessita de mais estudos na área de tecnologia do frio para sua melhor conservação pós-colheita e manutenção de suas boas características de qualidade. Estima-se na atualidade que a perda de alimentos encontra-se em torno da metade da produção mundial e que, de 30 a 40% dos produtos colhidos, nunca chegam ao consumidor (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Em pesquisa realizada pela Academia Nacional de Ciência de Washington e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) detectaram por estimativas que a mais de 20 anos há um volume expressivo de perdas de frutas e hortaliças em países em desenvolvimento. Pelo dados obtidos, revelou-se que as perdas pós-colheita de produtos duráveis, como grãos e cereais, eram usualmente na faixa de 5% a 30%, ao passo que, para frutas e hortaliças, variavam entre 15% e 100%.

Segundo MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006), com a mudança dos

hábitos alimentares ocorridos nos últimos anos no Brasil, e com maior exigência de qualidade por parte dos consumidores, começa a haver maior necessidade de utilização da refrigeração, não somente para manter a qualidade como também para a redução das perdas. Portanto, deverá haver um crescimento expressivo da utilização de refrigeração no país para os próximos anos, sendo um importante passo para a implantação da cadeia do frio para produtos agrícolas, consumidos *in natura* no Brasil.

2) OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Definir qual é a melhor condição pós-colheita para a conservação o morango em termos de embalagem, resfriamento rápido e armazenamento, prolongando a vida útil do produto *in natura*.

2.2. Objetivos específicos

Considerando como base a utilização da cadeia do frio e os procedimentos para produção e manuseio do morango objetivou-se:

- Caracterizar a resposta dos parâmetros bioquímicos (respiração, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH) a os processos de resfriamento e armazenagem;
- Utilizar resfriamento rápido com ar forçado seguido de estocagem refrigerada, avaliando-se sua influência na qualidade do fruto durante o armazenamento;
- definir entre as variedades Camarosa, Sweet Charlie, Dover e Oso Grande, qual responde melhor ao armazenamento refrigerado.

3) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Matéria-prima

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene da família *Rosaceae*, subfamília *Rosoidea*, tribo *Potentilla* e gênero *Fragaria*. A espécie *Fragaria x ananassa* Duch. propagada por via vegetativa, através de estolhos, é uma espécie de clima temperado. Em geral, a cultura para produção de frutos é renovada anualmente (PASSOS et al., 2004; CALVETE et al., 2002; VOLTAN et al., 1996).

O interesse comercial pelo morangueiro é grande em muitos países, devido sua coloração, aroma e o sabor das frutas, assim como de suas propriedades nutritivas, que fazem do morango um produto muito apreciado pelos consumidores (GIMENEZ, ANDRIOLO & GODOI, 2008). O morango é um híbrido entre espécies originárias da América (*Fragaria virginiana* x *Fragaria chiloensis*), obtida há mais de 300 anos na Europa. Atualmente, algumas cultivares também incluem genes de *Fragaria ovalis* (BRAHM & PEDROSO DE OLIVEIRA, 2004).

Para obtenção de frutos de qualidade, um dos pré-requisitos essenciais é a utilização de mudas de alta qualidade genética e sanitária, em local de baixa potencialidade de inóculo de fungos e bactérias agressivos ao morangueiro. Na produção de mudas, há necessidade da aquisição de plantas matrizes, oriundas de cultura de tecidos vegetais (ANTUNES & DUARTE FILHO, 2008). É cultivada como planta anual, pois no segundo ano sua produção é muito baixa, não compensando sua manutenção nos canteiros. Apresenta-se com duas fases: a vegetativa, onde a planta se desenvolve e se multiplica e há menor produção de frutos, ocorrendo nos meses mais quentes do ano e sob condições de dias longos e a outra fase, a produtiva, onde se dá a maior produção dos frutos, ocorrendo nos meses frios do ano e sob condições de dias curtos. O conhecimento desses aspectos é útil para definir a época de plantio e/ou época de produção de mudas (VIEIRA & PESCE, 2004; GROppo, TESSARIOLI NETO & BLANCO, 1997).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é denominado de hortaliça com produção de frutos não climatéricos. De acordo com este modelo de respiração ocorre uma diminuição gradual na respiração e não há produção de etileno endógeno, não ocorre amadurecimento nem suas características organolépticas melhoram a após a colheita (CANTILLANO, 2008; KLUGE, 2004).

Botanicamente, esta parte comestível é um pseudofruto originário do receptáculo floral que se torna carnoso e suculento. Os frutos verdadeiros são pequenos arquênios, vulgarmente denominados sementes. É uma fruta de clima temperado, com gosto e aroma agradáveis e textura suculenta, sendo por isso muito apreciada e valorizada, exigindo na sua conservação produtos totalmente naturais e biodegradáveis e que não alterem o sabor, a cor e o aroma característico da fruta. (NEVES FILHO, 1986; HENRIQUE & CEREDA, 1999). Os morangos têm sido comercializados *in natura*, congelados ou desidratados (PASSOS et al., 2004, GIMENEZ, ANDRIOLO & GODOI, 2008).

O morango é um alimento importante rico em frutose e sacarose e pobre em carboidratos. Quando ele é consumido numa refeição bem balanceada, há uma reação química que triplica os índices de absorção de ferro presentes nos vegetais, ovos e carnes. É também levemente laxativo e diurético. Supre a carência de minerais e das vitaminas C do Complexo B. Por possuir quercitina, que é capaz de neutralizar a ação dos radicais livres, responsáveis pelo envelhecimento das células (SHANHUEZA et al, 2005). Na Tabela 1, tem-se a composição química do morango.

Tabela 1 - Composição Química do Morango por porção de 100 gramas

Composição química	Porção de 100g
Calorias	39cal
Glicídios	7,4g
Lipídios	0,6g
Proteínas	1g
Cálcio	22mg
Fósforo	22mg
Ferro	0,90mg
Sódio	31,5mg
Potássio	155,2mg
Cobre	0,20mg
Enxofre	11,6mg
Zinco	0,23mg
Iodo	0,16mcg
Retinol A	3mcg
Tiamina B	30mcg
Riboflavina Bz	40mcg

Fonte: <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br>>.

A colheita do morango é uma das operações mais delicadas e importantes de todo o ciclo da cultura. Os pseudofrutos são muito perecíveis, delicados e pouco resistentes, em virtude da epiderme delgada, grande percentagem de água e alto metabolismo, o que exige muitos cuidados. Caso não sejam utilizadas técnicas corretas de colheita e pós-colheita as perdas podem ser quantitativa e qualitativamente elevadas, podendo alcançar níveis indesejáveis. Se as frutas forem colhidas muito maduras, poderão chegar em decomposição ao

mercado; se forem colhidas ainda “verdes”, terão alta acidez, adstringência e ausência de aroma. Em ambos os casos, o produto chega ao mercado com baixo valor comercial (CANTILLANO, 2008).

A colheita tem início em cerca de 60 dias após o plantio das mudas e é realizada continuamente, sendo que no período da safra podem ser necessárias colheitas dia sim, dia não. A operação de colheita deve ser efetuada com cuidado evitando-se ferimentos e procurando-se colher os pseudofrutos com cálice o aderido.

O morango deve ser colhido de forma manual, no ponto de colheita maduro para fins industriais, e de $\frac{1}{2}$ maduro a $\frac{3}{4}$ maduro para comercialização *in natura*. A cor é o parâmetro mais importante para definir este ponto de colheita. De modo geral, o fruto deve ter, no mínimo, 50% a 75% da superfície vermelho-brilhante, quando destinado para consumo fresco. Estes pontos de colheita também podem variar em função da distância, do tempo de transporte, da temperatura ambiente, da cultivar e da finalidade do produto (CANTILLANO, BENDER & LUCHSINGER, 2003; CANTILLANO, 2008).

Os frutos são colhidos e colocados em cestas grandes, para posteriormente serem encaminhados a galpões onde serão embalados. São embalados em caixas ou cumbucas de vários tipos: poliestireno, polipropileno, laminados de madeira, papelão, etc. Para o Estado de São Paulo, com a finalidade de se obter o Selo de Qualidade CATI, a embalagem é padronizada, ou seja, cumbucas plásticas transparentes com capacidade para no mínimo 400g. (GROPPO, TESSARIOLI NETO & BLANCO, 1997).

A produção comercial do morango ocorre em vários estados brasileiros graças à adaptabilidade dos diversos cultivares introduzidos no país. Esta cultura, cuja safra possibilita produção de março a dezembro, apresenta-se com um mercado bastante atrativo, tanto para seu consumo *in natura*, ou através de múltiplas maneiras de processamentos (SATO & ASSUMPÇÃO, 2002). Segundo CAMARGO FILHO et al. (1994), as regiões produtoras brasileiras iniciam os plantios durante os meses de março à maio, com a produção concentrando-se nos meses de junho à novembro. Para GROppo, TESSARIOLI NETO & BLANCO (1997) o plantio do morangueiro, para a produção de frutas deve se feito de fevereiro à maio.

As características básicas dos cultivares utilizados neste trabalho são:

- **Camarosa:** cultivar de dias curtos; planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde

escura; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Pseudofrutos com tamanho grande; epiderme vermelha escura; polpa firme e com coloração interna vermelho escuro brilhante e uniforme; sabor subácido. Susceptível à mancha de micosfarela (*Mycosphaerella fragariae*), à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) e ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) (SANTOS, 2008).

- **Sweet Charlie:** é considerado precoce e com boa produtividade, atendendo às exigências do mercado *in natura*, pois apresenta pseudofrutos vistosos, graúdos, cônico-alongados, firmes, vermelho-claro e brilhante, e com sabor suave-adocicado (SANTOS, 2008).

- **Oso Grande:** cultivar de dias curtos e de grande adaptabilidade; com plantas vigorosas, folhas grandes e de coloração verde escuro; ciclo mediano e elevada capacidade produtiva. Pseudofrutos de tamanho grande, polpa com textura firme no início da produção e mediana no final da colheita, de coloração vermelha clara e aromática; epiderme vermelha clara; sabor subácido, próprio para consumo "in natura". Tolerante ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e susceptível à mancha de micosfarela (*Mycosphaerella fragariae*) e à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) (SANTOS, 2008).

- **Dover:** produtividade alta, pseudofrutos firmes e com boa conservação pós-colheita, porém de pouco sabor. Adequado para mercados distantes das áreas de produção. Apresenta alta sensibilidade ao ataque de *Xanthomonas*, tolerância a fungos de solo. Tornou-se a cultivar mais plantada no Brasil. (BERNARDI et al., 2005).

Para HENRIQUE & CEREDA (1999), o morango é considerado um dos frutos mais importantes, tratando-se de um produto destinado a sobremesas, muito delicado e altamente perecível, como tal, de preço elevado. E conseqüentemente, os problemas mais importantes desta cultura são relativos à embalagem, transporte e conservação.

3.2. Economia

A cadeia produtiva de pequenas frutas tem no morango a espécie de maior expressão em área cultivada e em valor econômico, envolvendo vários municípios da região Sul, Sudoeste e Centro-Oeste do Brasil (GOMES, 2004).

No estado de São Paulo seu cultivo comercial se expandiu, a partir da década de sessenta, e continuou ao longo dos anos, graças à obtenção de cultivares com maior produtividade e melhor qualidade dos frutos, assim como boa rentabilidade que esta cultura

oferece (VIEIRA & PESCE, 2004; ROSEN & KADER, 1989). No Brasil, a produção de morangos se expande a cada ano, predominando o cultivo em pequenas propriedades, com mão-de-obra familiar durante todo o ciclo da cultura, sendo a maior parte da produção destinada ao mercado *in natura* (RESENDE et al.,1999; SATO & ASSUMPÇÃO, 2002; ANTUNES & DUARTE FILHOS, 2008).

A cultura do morangueiro também alcançou grande importância no Estado de São Paulo, pois as principais regiões produtoras encontram-se próximas aos grandes centros consumidores de frutas frescas, ou ainda ao redor das indústrias alimentícias que as utilizam em seus produtos (PARDINI, 1989). Atualmente ela está concentrada nas regiões de Campinas, Jundiaí e Atibaia, sendo que esta última representa 60% da área cultivada (ANTUNES & DUARTE FILHOS, 2008).

Segundo o Sistema de Informação do Mercado CEAGESP (2006), foram comercializados no Entrepósito do Terminal de São Paulo da CEAGESP, durante o ano de 2006, 9,7 mil toneladas de morango. Minas Gerais foi o estado com a maior participação, já que 50,42% do morango vendido no ETSP foi produzido em terras mineiras. São Paulo foi a segunda origem, com 28,54%, seguido do Rio Grande do Sul com 10%, Paraná com 6,34% e Santa Catarina com 4,01% do total. Estes dados sugerem que houve uma mudança no abastecimento do mercado de São Paulo, que tinha os municípios paulistas como principais fornecedores para o mercado atacadista. Oficialmente 62 municípios enviaram morango para ser comercializado no ETSP, em 2006, porém apenas 6 deles representavam 73,26% do volume total comercializado, ou sejam os municípios mineiros de Pouso Alegre (21,77%) e Estiva (18,46%); os paulistas de Jarinu (13,94%) e Atibaia (10,10%); o paranaense de São José dos Pinhais (5,08%) e o gaúcho de Caxias do Sul (3,91%), o que parece demonstrar a especialização dos atacadistas em municípios produtores.

Na Tabela 2 encontram-se os preços médios e as quantidades mensais durante os anos de 2005 e 2006 comercializadas na CEAGESP – SP.

Tabela 2 - Preços médios e quantidades mensais de morango comercializados nos anos de 2005 e 2006 na CEAGESP – SP

Produto Morango Comum Unidade: Cx 1,60 Kg				
Mês	2005		2006	
	Preço (R\$)	Quantidade	Preço (R\$)	Quantidade
Total	100,51	4.659.676	95,02	5.741.107
Média Mensal	8,38	388.306	7,92	478.426

3.3. Padronização para o morango

Para o mercado externo, o consumidor de frutas *in natura* ou processadas estabelece requerimentos fitossanitários rigorosos para a importação desses produtos, o que exige uma produção diferenciada, priorizando a qualidade da fruta e o meio ambiente. Ao mesmo tempo, tem crescido, no mercado interno, esta exigência entre os distribuidores e os consumidores de frutas, principalmente *in natura*. Os produtores, fabricantes e processadores de alimentos devem melhorar a qualidade e a segurança dos mesmos, por meio da promoção de treinamentos, preparo de materiais de referência e aplicação de boas práticas de fabricação, de análise de risco e qualidade de sistemas, bem como da APPCC (Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle) e implantação de métodos de controle de qualidade conforme a Organização Internacional para Padronização (International Organization for Standardization = ISO). Examinar os riscos microbianos que afetam a segurança dos alimentos e a utilização de Boas Práticas Agrícolas (BPAs) durante o cultivo, colheita, lavagem, classificação, embalagem e transporte de frutas comercializadas não beneficiadas ou sujeitas a beneficiamento mínimo, é uma necessidade urgente no Brasil. Esta análise, fundamentada em bases científicas, poderá ser utilizada pelos produtores de morangos *in natura* e ajudar a garantir a segurança dos seus produtos (MATTOS & CANTILLANO, 2004).

A CEAGESP (2004) possui um Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade do Morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), que faz parte do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, tendo como objetivo definir as características de identificação da qualidade do morango destinada à comercialização. Este regulamento tem que os defeitos são toda e qualquer alteração causada por fatores de natureza fisiológica, fitossanitária, mecânica ou agentes diversos, que venham comprometer a qualidade e a apresentação do morango. A divisão em função da textura.

A classificação do morango *in natura* é também feita em classes e categorias. As classes são estabelecidas de acordo com o maior comprimento transversal do pseudofruto. E as categorias baseadas nos limites de defeitos permitidos por categoria, expressos em porcentagem.

Com relação as embalagens, estas deverão ser rotuladas ou etiquetadas em lugar de fácil visualização contendo, no mínimo, as seguintes informações: grupo, classe, categoria, peso

líquido em kg. As sub-embalagens ou unidades de consumo poderão apresentar o peso líquido em grama, identificação do responsável pelo produto (nome, razão social e endereço).

Há também o “Regulamento técnico do Mercosul de Identidade e Qualidade do Morango”. Este regulamento tem por objetivo definir as características de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da fruta destinada ao consumo *in natura*, que serão comercializadas no âmbito do Mercosul (MERCOSUL/GMC/RES N° 85/86).

Em abril de 2008, foram aprovadas Normas Técnicas Específicas para Produção Integrada de Morango (PIMor). Com objetivo de auxiliar na produção de alimentos seguros, de qualidade e que respeitem o meio ambiente. A Instrução Normativa nº 14 considera como pequeno produtor de morango aquele que cultiva até um hectare por ciclo de produção e recomenda a vinculação desse produtor a uma entidade de classe ou a uma associação envolvida com a Produção Integrada de Morango. Os procedimentos de colheita e pós-colheita do morango devem ser efetuados de forma cuidadosa para evitar danos às frutas. Além disso, é necessário evitar a exposição ao sol ou à chuva, bem como utilizar caixas plásticas limpas e higienizadas. Periodicamente são realizadas amostragens de frutas para a verificação de resíduos de agrotóxicos. Os produtores participaram de todas as etapas dos projetos pilotos de Produção Integrada de Morango e as normas foram validadas em campo, com a orientação técnica das coordenações nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais (JORNAL ENTREPOSTO, 2008).

3.4. Fatores responsáveis pela qualidade

A qualidade dos produtos hortícolas é originada no nível de campo e ela determina a vida útil do produto, exigindo que, o cuidado no setor produtivo torna-se imprescindível (SIGRIST, 1998), pois o termo qualidade indica o grau de excelência de um produto. A qualidade do produto abrange propriedades sensoriais (aparência, textura, gosto e aroma), valores nutricionais, constituintes químicos, propriedades mecânicas e funcionais, e defeitos. A aparência é um dos principais fatores que o consumidor usa para avaliar a qualidade dos frutos, é a medida de suas propriedades óticas é bem sucedida como instrumento para avaliar esta qualidade (ABBOTT, 1999; KAYS, 1999).

Deve-se ter boas condições para manter a produção e minimizar a aparência indesejável

do produto. A pré-classificação dos frutos no campo, durante a colheita, é muito importante, devendo eliminar toda fruta deformada, danificada por fungos ou insetos ou muito madura. Pode-se também eliminar uma parte significativa do produto com aparência não adequada, minimizando a ocorrência de produtos com baixa qualidade e aumentando o lucro líquido (KAYS, 1999; CANTILLANO, 2008).

Em estudos recentes tem-se notado que o sabor (teor de sólidos solúveis, acidez titulável e ácidos voláteis) e a aparência (coloração, tamanho, forma e ausência de defeitos) são importantes e devem ser incorporados ao conceito de qualidade, porém, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a segurança alimentar e a valor nutricional dos produtos. Isto fica claro, quando se considera o aumento de preferência por produtos orgânicos e frutos ricos em nutrientes. As principais características relatadas para a qualidade da maturação do morango são: textura, sabor (doçura e ácidos orgânicos) e coloração (CORDENUNSI, NASCIMENTO & LAJOLO, 2003; PELAYO, EBELER & KADER, 2003; MITCHAM, CRISOSTO & KADER 2004). Segundo MITCHAM, CRISOSTO & KADER (2004), recomenda-se que o morango deve ter no mínimo 7% de sólidos solúveis e ou no máximo 0,8% de acidez titulável.

Com a mudança dos hábitos alimentares, e com a exigência maior de qualidade por parte dos consumidores, começa a haver maior necessidade de utilização da refrigeração, não somente para a melhoria da qualidade como também para a redução das perdas (MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO, 2006).

Segundo GALEGÁRIO et al. (2008), o rápido resfriamento e o subsequente armazenamento sob baixas temperaturas são importantes para a manutenção da boa aparência, firmeza e valor nutritivo dos morangos. Atrasos no resfriamento resultam em aumento na perda de água, que se evidencia no murchamento dos pseudofrutos e na desidratação do cálice.

Durante o armazenamento deve-se manter a temperatura da câmara fria em $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90 \pm 95\%$. Essas condições devem ser constantemente monitoradas e os equipamentos para seu controle, periodicamente aferidos. Baixas concentrações de O_2 e altas concentrações de CO_2 podem exercer efeito benéfico na conservação dos morangos, desde que se observe as concentrações ótimas para que não ocorram fermentações e ocorrência de sabores estranho.

3.5. Estádio de maturação

A seleção do estágio ótimo de maturação é uma importante consideração para se obter a melhor combinação possível entre a qualidade e o tempo de armazenamento para frutos (BRECHT, 1995), uma vez que os frutos imaturos não apresentam boa qualidade sensorial e os frutos excessivamente maduros apresentam vida útil bastante limitada (WATADA & QI, 1999).

O índice de maturidade é baseado na coloração do pseudofruto. No Brasil pseudofrutos com menos da metade da superfície vermelha é impróprio para o consumo ou para o processamento, porque conservam elevado teor de acidez e adstringência depois de colhidos, bem como, possuem aroma pobre. Morangos com mais da metade e até $\frac{3}{4}$ da superfície vermelha permanecem com boas condições para o consumo ou processamento por alguns dias, dependendo da variedade, da temperatura e da umidade atmosférica (CHITARRA & CHITARRA, 2005). No PIMor tem-se diz que é necessário estabelecer o ponto de colheita para cada mercado desde que, para mercados locais, os morangos devem ser colhidos com no mínimo 75% de coloração vermelha.

A maturação se completa quando o crescimento termina e inclui diferentes alterações na composição, que variam de acordo com o tipo de fruto. Este emerge de um estágio incompleto, atingindo o crescimento pleno e máxima qualidade comestível. A fase da maturação, designada como amadurecimento, está excluída do desenvolvimento, uma vez que nesta etapa há predominância de processos degradativos. As transformações físicas, químicas e bioquímicas que ocorrem durante a maturação se refletem nos atributos de qualidade dos produtos hortícolas. Na sua fase final, há o aprimoramento das características sensoriais do fruto, ou seja, sabores e odores específicos se desenvolvem, com aumento na doçura e a redução na acidez e na adstringência (CHITARRA & CHITARRA 2005).

3.6. Temperatura

A manutenção da qualidade e a redução de perdas na cadeia a pós-colheita de frutos e de hortaliças frescas são os principais objetivos da tecnologia pós-colheita. O controle da temperatura e atmosfera modificada são dois fatores importantes para prolongar a vida útil dos produtos (FONSECA et al., 2002; KADER, 1992).

O morango, apesar das excelentes características organolépticas, apresenta também alta perecibilidade, e só pode ser estocado por pequenos períodos (NEVES FILHO,

1986; BINOTTI & CORTEZ, 2000). Sua taxa da deterioração da qualidade depende da temperatura do produto na colheita, da fisiologia e da variedade (HERTOG et al., 1999; TALBOT & CHAU, 1991).

O armazenamento a baixa temperatura tem o benefício adicional de atributos protegendo a qualidade quanto à aparência, textura, nutrição, aroma e sabor, mas a cadeia de distribuição raramente tem facilidades para armazenar cada produto sob circunstâncias ideais. Isto pode levar a estresse e perda fisiológica da vida útil e da qualidade, afetando diretamente a venda no varejo (PAULL, 1999).

A temperatura é considerada o fator ambiental mais importante na conservação de frutas e hortaliças, uma vez que afeta diretamente os processos naturais de respiração, transpiração e outros aspectos fisiológicos. A cada 10°C de aumento na temperatura do ambiente há um aumento de duas a três vezes na velocidade de deterioração dos produtos e, conseqüentemente, na redução do tempo de sua vida útil ou de conservação. Como esse é um fator controlável, a maioria dos métodos de conservação está vinculada à utilização de baixas temperaturas (CORTEZ, HONORIO & MORETTI, 2002).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), sem o uso da refrigeração, as deteriorações são mais rápidas devido a alta taxa metabólica com perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade. Essa taxa deve ser mantida em nível mínimo e suficiente para manter as células vivas, de forma a preservar a qualidade dos produtos durante todo o período de armazenamento.

O resfriamento rápido consiste em retirar rapidamente o calor de campo do produto, visando alcançar sua temperatura de conservação, reduzindo sua taxa respiratória e prolongando sua conservação (CANTILLANO, 2008). Em outros países produtores de morangos é uma prática essencial e quase obrigatória, mas de pouco uso no Brasil.

O resfriamento por ar forçado é o método mais adequado para se resfriar morangos, porque além de ser eficiente, evita o acúmulo de umidade sobre a fruta, que os morangos não toleram. Com um resfriamento rápido eficiente, a temperatura desta fruta pode ser reduzida de mais o menos 25°C para 5°C, em duas ou três horas (CANTILLANO, 2008).

O armazenamento do morango à baixa temperatura garante sua conservação por maior período (GROPPO, TESSARIOLI NETO & BLANCO, 1997). Segundo MITCHAM, CRISOSTO & KADER (2004); NUNES et al. (1995a) e PAULL (1999) a utilização de baixa

temperatura auxilia na conservação do morango indicando-se de 0°C a 0,5°C e umidade relativa de 85% a 90%, para uma vida útil de 7 dias. CANTILLANO (2008) indica que a 0°C e 90% a 95% umidade relativa (UR), ele pode ser conservado por 3-5 dias. PAULL (1999) observou que em muitos estudos de armazenamento, a temperatura é controlada, mas a UR não.

SANTOS (1997) relata que devido ao intenso metabolismo do morango, é recomendado resfriamento a 4 - 5°C, o que pode prolongar em 6 - 7 dias o bom estado do fruto, que devem ser embalados em pequenas bandejas e serem protegidos com filme plástico para evitar a desidratação.

Quando morangos são armazenados em baixas temperaturas, seu tempo de vida pós-colheita pode ser estendido, mas a demora entre a colheita e o resfriamento é um fator crítico para o sucesso deste tratamento. Tem-se observado que frutos armazenados a baixa temperatura, 6 horas após a colheita, mostram algumas mudanças na cor e textura e também uma redução em cerca de 50% no teor de água, quando comparados com frutos armazenados logo após a colheita (NUNES et al., 1995a; PAULL, 1999). As características físico-químicas de morangos também são diretamente afetadas com o atraso no resfriamento do fruto. Atraso de 6 a 8 horas, a 30°C, levaram morangos a apresentarem perda significativa na coloração, e nos teores de acidez, sólidos solúveis, açúcares e de ácido ascórbico, quando comparados com frutos que foram empacotados e resfriados rapidamente (NUNES et al., 1995b; CORDENUNSI, NASCIMENTO & LAJOLO, 2003). É essencial que o transporte desta fruta seja refrigerado, para que se mantenha a cadeia do frio (CANTILLANO, 2008).

As Normas Técnicas Específicas para Produção Integrada de Morango indica que se deve realizar pré-seleção dos frutos durante a colheita os quais devem ser colhidos, diretamente na embalagem definitiva e refrigerados imediatamente. Os frutos não devem ser colhidos, antes de terem completado o período de carência dos agrotóxicos, assim como não se deve mantê-los sem a devida identificação junto de frutos produzidos em outros sistemas.

3.7. Embalagens

Ao longo do tempo, a indústria de alimentos tem sofrido constantes mudanças para se adaptar às crescentes exigências dos consumidores. A demanda por produtos com uma longa vida de prateleira, tem imposto novos requerimentos às embalagens (AZEREDO, FARIA &

AZEREDO, 2000).

Os produtos perecíveis (hortaliças, frutos, flores e plantas ornamentais) são seres vivos que respiram, maturam, amadurecem e senescem e, portanto, as condições utilizadas para seu acondicionamento devem permitir a continuidade do seu processo vital de forma normal (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A embalagem adequada é importante para se evitar danos físicos ao produto, como os danos mecânicos e a desidratação, manter a qualidade dos produtos e possibilitar, tanto o manuseio como o transporte adequado (LIMA, 1999; CANTILLANO, 2008; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O PIMor possui como obrigatório a classificação; a observação das normas de embalagem e rotulagem vigentes, de forma a atender as exigências do mercado de destino; a utilização de sistema que permita a rastreabilidade completa; e que a embalagem contenha somente frutos de uma mesma parcelas e no mesmo ponto de maturação. Recomenda a utilização embalagens que permitam a acomodação de frutos de mesmo calibre, sem o acondicionando de frutos pequenos na camada inferior e grandes na superior. Não permite selecionar, classificar e embalar frutos do Sistema PIMorango em conjunto com morangos de outros sistemas de produção, sem a devida identificação.

As embalagens comercialmente utilizadas são cumbucas transparentes de polietileno de tereftalato (PET) ou bandejas de poliestireno expandido, com capacidade para 250-500 gramas de morangos, dispostos em uma ou duas camadas. As cumbucas são normalmente cobertas com filme de cloreto de polivinila (PVC) esticável ou com tampas perfuradas. A permeabilidade e a espessura dos filmes que cobrem as embalagens devem ser adequadas para evitar fermentações, assim como a perfuração das cumbucas ou caixas de papelão deve ser adequada para permitir o perfeito resfriamento das frutas. A qualidade do papelão deve ser garantida para se evitar o desmoronamento das caixas e o amassamento das frutas, principalmente em ambientes com alta umidade (GALEGÁRIO et al., 2008).

Quatro a seis cumbucas ou bandejas são acondicionadas em uma caixa paletizável de papelão ondulado, na qual são transportadas. Morangos destinados à indústria são acondicionados em caixas plásticas.

As embalagens protetoras utilizadas para produtos hortifrutigranjeiros são feitas de papelão ondulado, e devem ser paletizáveis e carregadas rapidamente sem perdas. Esta carga

deve atingir a capacidade do caminhão, sem apoiar um fruto sobre o outro, pois todo o peso é sustentado pela estrutura da embalagem. Seu descarregamento deve ser rápido e o produto no ponto-de-venda deve ter apelo visual, possuir classificação, melhor exposição, maior praticidade para a dona-de-casa, estar fresco, saboroso e ter marca.

Estas embalagens devem ser novas, limpas e não provocar alterações internas ou externas na fruta. Elas variam conforme o mercado de destino, mas de modo geral usam-se caixetas (cumbucas) de madeira, papelão ou poliestireno expandido, caixas de plástico transparente com tampa ou uma embalagem com uma base de poliestireno e filme polimérico, com capacidade de 250-800g de frutos. Estes frutos devem estar dispostos em fileiras e em uma ou duas camadas. Em alguns países o morango é transportado em palete, o qual consiste em uma base de madeira de dimensões determinadas, sobre a qual são colocadas as caixas com as cumbucas de morango no seu interior (CANTILLANO, 2008; BINOTTI, 2000).

Segundo BRACKMANN, HUNSCHEN & BALEM (1999) os produtores tradicionalmente usam filmes de policloreto de vinila esticável e com espessura reduzida para acondicionar as frutas nas embalagens comerciais. Aumentando-se a espessura dos filmes, sua permeabilidade é diminuída, possibilitando o acúmulo de CO₂ e aumentando a vida pós-colheita dos frutos. CALEGARO, PEZZI & BENDER (2002) relataram que embalagens de polietileno com 90µm de espessura e atmosfera modificada aumentara para até 7 dias o período de conservação e a qualidade de frutos de morango. O uso de filmes plásticos de baixa densidade, como o PVC e o polietileno, também podem interferir nos processos de maturação, pois criam uma atmosfera modificada ao redor dos frutos, diminuindo a concentração de O₂ e aumentando a de CO₂ (KLUGE et al., 1996). Para HARDENBURG et al. (1986) os métodos que devem ser utilizados para minimizar a perda de peso dos frutos, incluem a elevação da umidade relativa do ar e a redução da temperatura, bem como a utilização de embalagens plásticas que favoreça a elevação da umidade relativa do ar que circunda o fruto.

3.8. Alterações fisiológicas decorrentes do armazenamento

3.8.1. Respiração

A respiração é a decomposição oxidativa de substâncias mais complexas presentes nas células (amido, açúcares e ácidos orgânicos), em moléculas mais simples como dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), com a concomitante produção de energia e outras moléculas, as

quais podem ser utilizadas pela célula para reações de síntese (KADER, 1992).

A temperatura do produto é o maior determinante na taxa respiratória. O resultado final da atividade respiratória é a deterioração do produto e senescência, portanto é desejável atingir uma baixa taxa respiratória, sem proporcionar injúria ao produto (TALBOT & CHAU, 1991).

Os morangos apresentam alta taxa respiratória, aproximadamente 15mgCO₂/kg.h, a 0°C, que aumenta entre 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta 10°C. A taxa respiratória aumenta 50% e o fruto passa de imaturo para maduro (CANTILLANO, BENDER & LUCHSINGER, 2003).

MITCHAM, CRISOSTO & KADER (2004) relatam que o morango a 0°C tem uma taxa respiratória de 6-10mL de CO₂/kg.h, a 10°C esta taxa é de 25-50mL de CO₂/kg.h e a 20°C de 50-100mL de CO₂/kg.h. O morango não responde ao gás etileno e por isso deve ser colhido maduro, mas a remoção deste gás do ambiente de armazenamento reduz o desenvolvimento de doenças (MITCHAM, CRISOSTO & KADER, 2004).

3.8.2. Firmeza

A textura é um dos atributos de qualidade mais importante de frutas e hortaliças. Pode ser avaliada por métodos subjetivos, mediante a compressão do produto com o polegar ou painel de análise sensorial, assim como, por métodos objetivos que correspondem a uma expressão numérica das características da firmeza com auxílio de instrumentos, entre os quais, penetrômetros, pressurômetros e testadores da compressão, da força para cisalhamento e da tensão (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Ela é apenas uma de um grupo de propriedades responsáveis pela textura dos produtos hortícolas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A medição da firmeza da polpa dá uma idéia das transformações na estrutura celular, da coesão das células e de alterações bioquímicas, responsáveis pela textura do produto, em função da cultivar, e podem sofrer variações com as condições climáticas, grau de maturação, tamanho do produto e mesmo com a forma imprópria de utilização dos aparelhos manuais na sua medição (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A perda da firmeza, durante a maturação, é o principal fator que determina a qualidade do morango e sua vida pós-colheita (CANTILLANO, BENDER & LUCHSINGER, 2003).

Segundo CALBO & MORETTI (2005), a firmeza diminui durante o amadurecimento, em frutos como a maçã, a pêra, o pêssego e o tomate. Em materiais vegetais nos quais ocorre

degradação de componentes da parede celular durante o amadurecimento, o penetrômetro é muito usado para o controle da qualidade da matéria prima. O penetrômetro não é muito útil para avaliar a variação na firmeza, causada por desidratação, visto que a leitura pode aumentar na razão inversa da firmeza percebida.

BRACKMANN et al. (2002), observaram que morangos da variedade Oso Grande, armazenados a 0°C apresentaram maior manutenção da firmeza do que os armazenados a -1,6°C.

MORAES et al. (2008) observaram que morangos da variedade Oso Grande armazenados em atmosferas contendo 3% O₂ + 10% CO₂ e 3% O₂ + 15% CO₂ por 0, 3 e 7 dias, a 5°C e 10°C, mantiveram melhor firmeza em relação à atmosfera ambiente.

Em morangos da variedade Camarosa MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006) observaram que durante o armazenamento feito por nove dias houve aumento da firmeza, devido a desidratação do fruto.

3.8.3. pH

O pH (potencial hidrogeniônico) representa o inverso da concentração de íons hidrogênio em um material. Sua determinação pode ser realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A determinação do pH dos frutos é importante na definição da finalidade de uso das cultivares (CONTI, MINAMI, & TAVARES, 2002). Frutos com pH baixo são indicados para indústria. O pH também tem um efeito profundo na estabilidade da antocianina e na expressão da coloração de frutos, particularmente em uma solução aquosa. A mudança no pH induzido por tratamentos como a atmosfera controlada pode causar perdas significativas na coloração dos frutos (HOLCROFT & KADER, 1999).

Inicialmente em morangos, o pH do tecido externo é ligeiramente mais baixo do que o tecido interno, ou seja, 3,46 e 3,61 respectivamente. Em frutos armazenados por 10 dias, o aumento foi maior em atmosferas com elevado nível de CO₂ (HOLCROFT & KADER, 1999).

CONTI, MINAMI & TAVARES (2002), constataram que existe diferença de pH entre as variedades de morango Dover, Campinas, Princesa Isabel, Guarani e AGF 080.

3.8.4. Coloração

A coloração dos frutos contribui muito para a avaliação da qualidade, pois os consumidores desenvolveram correlações distintas entre a cor e a qualidade total de produtos específicos (KAYS, 1999).

As normas recomendadas do PIMor diz que se deve estabelecer o ponto de colheita para cada mercado, pois para mercados locais recomenda-se, colher os morangos com, no mínimo, 75% de coloração vermelha.

CHITARRA & CHITARRA (2005) relatam que a experiência do agricultor permite, muitas vezes, o estabelecimento da época ideal de colheita apenas pela observação, e no caso do morango, a coloração é indicadora do grau de maturação. Frutos com metade da superfície vermelha são impróprios para o consumo ou para o processamento, por conservarem acidez e adstringência elevadas e terem aroma pobre, depois de colhidos. Quando apresentam metade ou até $\frac{3}{4}$ da superfície vermelha permanecem, por alguns dias, em boas condições para o consumo ou processamento, dependendo da temperatura, da umidade relativa e do cultivar (CHITARRA & CHITARRA, 2005; PELAYO, EBELER & KADER, 2003).

Segundo CALEGARO, PEZZI & BENDER (2002), a manutenção da cor dos morangos durante o armazenamento, é um atributo de qualidade desejado, pois o escurecimento compromete seu aspecto visual e, portanto, sua aceitação pelo consumidor. A coloração interna é uma das mais importantes características do morango para uso industrial (CONTI, MINAMI, & TAVARES, 2002).

MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006) armazenaram morangos por nove dias. Após o armazenamento não obtiveram diferença estatística na coloração externa dos frutos. GIL, HOLCROFT & KADER (1997) e WILLS, KU & LESHEM (2000) observaram que o armazenando do morango em atmosferas com elevado nível de CO₂, causa descoloração interna do fruto. Segundo WSZELAKI & MITCHAM (2000) frutos de morangos tratados com 40, 80, 90 e 100 kPa de O₂ e 15kPa CO₂ tem menos desenvolvimento da cor vermelha, após 14 dias de armazenamento a frio.

3.8.5. Acidez

A acidez é usualmente determinada por titulometria ou por potenciometria, sendo os

resultados expressos em porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez titulável (AT). Com o amadurecimento, os frutos perdem rapidamente a acidez, mas em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. Ela pode ser usada em conjunto com o teor de sólidos solúveis como ponto de referência para o grau de maturação (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo HOLCROFT & KADER (1999), a acidez total em morangos aumentou durante o armazenamento de 10 dias e este aumento foi maior em atmosferas com elevado nível de CO₂. A acidez total do tecido interno é mais baixa do que nos tecidos externos (0,63% comparado a 1,05% inicialmente). MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006) observaram que acidez titulável em morangos da variedade Camarosa, na colheita, é em torno de 0,60 % de ácido cítrico. Na variedade Oso Grande esta acidez varia conforme a temperatura de estocagem, a 0°C é de 12% de ácido cítrico e de -1,6 °C a 0°C é de 0,79% (BRACKMANN, 2002).

3.8.6. Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis é característica de interesse para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos mais doces (CONTI, MINAMI, & TAVARES, 2002).

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa dos frutos. São comumente indicados em °Brix e têm tendência de aumento com o avanço da maturação, e podem ser medidos no campo ou na indústria com auxílio de um refratômetro. Corresponde a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, que em alimentos é a água. São constituídos principalmente por açúcares, variando com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e clima, com valores médios de 8 a 14% (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O teor de sólidos solúveis entre as variedades de morango, Dover, Campinas, Princesa Isabel, Guarani e AGF 080 é diferente segundo CONTI, MINAMI, & TAVARES (2002).

BRACKMANN et al. (2002) observaram que frutos de morango da variedade Oso Grande, armazenados a 0°C, apresentavam 6,5°Brix e a -1,6°C 6,1°Brix. Em morangos da variedade Camarosa, MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006) constataram que este teor era de aproximadamente 7,35°Brix na colheita.

3.8.7. Relação SS/ATT

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada dos teores de açúcares ou de acidez. Essa relação dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes, devendo ser especificado o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez. Para morango o teor de SS mínimo é de 7°Brix e o AT máximo é de 0,8% (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006), observaram que os morangos da variedade Camarosa apresentavam a relação de SS/AT de 12,22.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

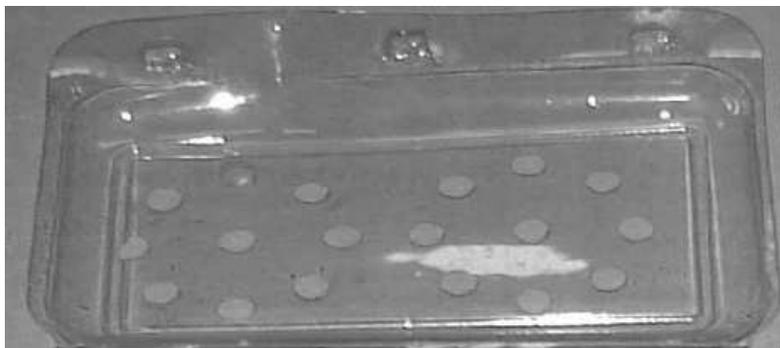
4.1. Matéria Prima

Nos dois experimentos realizados, os pseudofrutos de morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch. foram obtidos em dois pomares comerciais de cultivo convencional, na cidade de Monte Alegre do Sul a 85 km de Campinas. O clima é temperado, com temperatura média de 18°C, localizada a uma latitude 22°40'55" sul, é uma longitude 46°40'51" oeste, com altitude de 750 metros. Os pseudofrutos colhidos foram padronizados conforme o Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade do Morango (CEAGESP, 2004), embalados em cumbucas de tereftalato de polietileno (PET) do tipo *clam shell* e em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC), e foram transportados logo após a colheita, ao Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI / UNICAMP. Todos os pseudofrutos utilizados nos experimentos foram colhidos no dia da montagem de cada experimento. As variedades usadas nos experimentos foram: Sweet Charlie, Camarosa, Dover, Oso Grande, Campdover e Dover.

4.2. Embalagens

Os pseudofrutos de morangueiro foram acondicionados em dois tipos de embalagens: cumbucas de tereftalato de polietileno (PET) mais conhecida por embalagem *clam shell* (destinadas a mercados mais exigentes por serem mais vistosas), apresentando as seguintes dimensões 18 x 09 x 6cm, com 18 furos de 0,5 cm de diâmetro cada na tampa (Figura 1).

FIGURA 1. TAMPA DA EMBALAGEM CLAM SHELL COM 18 FUROS.



Meia cumbuca de tereftalato de polietileno (PET) com dimensões de 18 x 09 x 6cm recobertas com filme de policloreto de vinila (PVC), com espessura de 13µm. As cumbucas foram acondicionadas em uma embalagem contentora/protetora de papelão ondulado (37 x 26

x 7cm) já utilizada comercialmente, e em cada embalagem contentora acondicionou-se quatro cumbucas, contendo aproximadamente 400g de morango cada (Figura 2).



FIGURA 2. MEIA CUMBUCAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO, RECOBERTA COM FILME DE POLICLORETO DE VINILA, ACONDICIONADA DENTRO DE UMA CAIXA CONTENTORA COM CAPACIDADE PARA QUATRO CUMBUCAS.

4.3. Equipamentos utilizados nos experimentos de medição da taxa respiratória

4.3.1. Fluxômetro

O *'flow board'*, aqui denominado fluxômetro (controlador de fluxo, Figura 3), é uma unidade de controle de múltiplas saídas. A estrutura do fluxômetro é feita de madeira, e os distribuidores de tubos de PVC perfurados para 25 saídas. Cada perfuração recebeu um segmento de tubo plástico, colado com silicone gel, para funcionar como entrada ou saída. Em cada tubo plástico acoplou-se com uma mangueira de silicone, um tubo de vidro para servir como manômetro e todos foram acoplados a uma coluna de acrílico que serviu como barostato ou controlador de pressão. O barostato possui uma tampa perfurada, na qual é acoplado um tubo de vidro que está obrigatoriamente conectado ao reservatório de água e desta forma, a pressão com que o ar entra no aparato é transmitida a todos os manômetros pelo distribuidor de água. O fluxo de ar foi distribuído nos recipientes a uma pressão de 60 cm de coluna de água (CALBO, 1989). O cálculo do fluxo de ar ambiente é função da temperatura e do calor de respiração de cada produto (CLAYPOOL & KEEFER, 1942). O fluxo de ar no fluxômetro é regulado instalando-se um capilar em cada uma das linhas de gás ligadas aos recipientes herméticos. Os capilares foram ajustados medindo-se o fluxo por meio de um rotômetro.

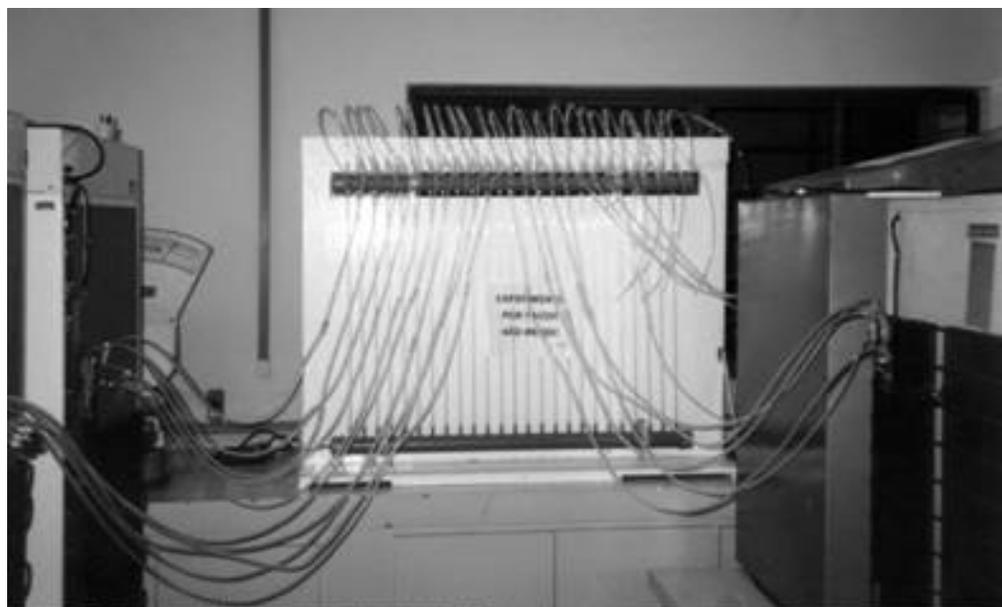


FIGURA 3. FLOW BOARD

Os capilares instalados no *flow board* determinaram o fluxo de ar que foi levado ao produto. Este fluxo não deve ser suficiente para manter 0,3% de CO₂ no interior do frasco. O fluxo desejado permitiu calcular os capilares utilizados.

O fluxômetro ou *flow board* permitiu uma constante passagem de ar ambiente pelo frasco onde estavam os pseudofrutos de morango, fazendo com que a atmosfera no interior deste frasco não se modificasse com a respiração do produto, e permitindo, que o cálculo de sua taxa respiratória fosse mais correto (CLAYPOOL & KEEFER, 1942).

Equação para o cálculo do fluxo (1).

$$F = \frac{\left(\frac{\text{mLCO}_2}{\text{kg.h}} \right) * 100 * M(\text{kg})}{0,3 * 1000} \quad (1)$$

Equação 1 – Determinação do fluxo a ser utilizado em cada frasco com produto.

Onde:

F = fluxo em L.h⁻¹;

mLCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ = respiração citada em literatura em mLCO₂.kg⁻¹.h⁻¹;

100 e 0,3 = fator de correção para um acúmulo máximo de 0,3%;

M = massa do produto no frasco, em kg;

1000 = fator para transformação de mL para L.

Tabela 9 - Valores do fluxo de ar nos frascos e o fluxo de ar calculado.

Temp. [°C]	R [mLCO ₂ /kg.h]	M [kg]	F [l/h]
0	6 - 10	1.0	2,00
5	15,55 – 20	1.0	5,16
10	25 – 50	1.0	8,33
15	37,50 – 75	1.0	12,49
20	50 - 100	1.0	16,66

Para a determinação do comprimento dos capilares para cada temperatura, foram utilizadas duas barras de vidro com orifícios (0,21 e 0,28mm), que foram cortadas em comprimentos de 10 a 70mm variando de 5 em 5 mm. Os capilares foram manualmente serrados com o auxílio de uma serra de aço da marca Starret. Depois de cortados eles foram acoplados ao *flow board*, e a vazão determinada com a utilização de rotâmetro da marca Varian com capacidade para 60mL e cronômetro digital. Os resultados permitiram comparar o fluxo encontrado e o calculado, para cada comprimento dos capilares.

4.3.2. Frascos

Foram feitos três furos nas tampas de plástico dos frascos de vidro (26 x13 cm, volume 3,5 litros) nas quais foram adaptadas duas tubulações (entrada e saída de fluxo) e um septo para retirada de amostras que foram analisadas em cromatógrafo, para a determinação do conteúdo de CO₂.

4.3.3. Tubulações

Para a realização da identificação da melhor temperatura de acondicionamento do produto, foram utilizados quatro B.O.D.'S, nas quais foram colocados cinco tubos de cobre (diâmetro de 5mm e aproximadamente 3m de comprimento) formando uma serpentina, para que o fluxo do ar de entrada nos frascos atingissem a temperatura de armazenagem e cinco tubos plásticos (diâmetro de 8mm) para a saída de gases dos frascos. Então, cada manômetro do *flow board*, ajustado para o fluxo correspondente a temperatura, foi conectado a estes tubos permitindo assim uma entrada e saída do ar dos frascos herméticos proporcionando o fluxo contínuo de ar desejado.

4.3.4. Cromatógrafo

As determinações do teor de CO₂ nos frascos foram feitas em cromatógrafo gasoso VARIAN 3400, utilizando-se coluna empacotada “Chromosorb 106 60/80” com vazão de 21,43 mL/min. de gás de arraste hélio, por sete dias em sistema fluxo contínuo e sistema estático.

4.3.5. Cálculos da taxa respiratória - Sistema Fluxo Contínuo

O cálculo da taxa respiratória foi determinado através das equações abaixo que envolvem as áreas dos picos produzidas pelo cromatógrafo, fluxo utilizado em cada frasco e massa do produto.

•Cálculo da porcentagem de CO₂ nos frascos:

$$\%CO_2 = \frac{(A_p - A_a).padr\tilde{a}o}{A_{padr\tilde{a}o}} / 10^4$$

Onde:
A_p = área do pico da amostra;
A_a = área do pico do ar de entrada;
A_{padrão} = área do pico do padrão utilizado;
Padrão = concentração em ppm do padrão utilizado.

•Cálculo de CO₂ em mL.h⁻¹:

$$CO_2 (mL.h^{-1}) = \left(\frac{\%CO_2 * fluxo}{100} \right) * 1000$$

Onde:
fluxo = fluxo de ar utilizado para cada frasco com o produto em L.h⁻¹;

•Cálculo do CO₂ em mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹:

$$R = \left(\frac{CO_2 (mL.h^{-1}) * 1000}{M} \right) * \rho_{CO_2} \quad (2)$$

Onde:
R = respiração do produto em mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹;
M = massa do produto em kg;
ρ_{CO₂} = densidade do CO₂ na temperatura estudada (kg/m³).

Equação 2 – Cálculo da taxa respiratória através de fluxo contínuo.

4.3.6. Cálculos da taxa respiratória – Sistema Estático

O cálculo da taxa respiratória foi determinado através das equações abaixo que envolve as áreas dos picos produzidas pelo cromatógrafo em cada frasco e massa do produto.

$$R = \frac{A * P * 10^{-6} * 1,96 * V}{A_p * m * t} \quad (3)$$

Equação 3 – Cálculo da taxa respiratória através de sistema estático.

Onde:

R = taxa respiratória (mgCO₂/kg/h)

A = área do pico;

P = concentração do gás na amostra padrão (ppm);

t = tempo (h);

V = volume do frasco (mL)

A_p = área do padrão;

M = massa de produto (kg).

4.3.7. Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado para a determinação da taxa respiratória foi o inteiramente casualizado com 04 tratamentos (0°C, 5°C, 10°C, e 15°C), 04 variedades (Camarosa, Oso Grande, Sweet Charlie e Campdover) com 05 repetições. Cada repetição foi considerada uma unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância.

O monitoramento da composição gasosa no interior dos frascos foi realizado através de amostras retiradas com o auxílio de uma seringa e posteriormente analisado através da cromatografia gasosa.

4.4. Equipamentos utilizados no armazenamento dos pseudofrutos de morango

A câmara com sistema de resfriamento rápido com ar forçado e armazenagem refrigerada será chamada de câmara A.

A câmara A para resfriamento rápido e armazenamento a frio, possui as seguintes dimensões externas 7,12 x 3,16 x 4,00m, com variação de temperatura interna de 0°C a 15°C, com espessura de isolante de 100mm, com retardante a chama e manufaturado em painéis de poliuretano expandido. O isolamento em termopainéis é coberto por revestimento metálico de aço zincado e pré-pintado, em ambas as faces, com 0,5 mm de espessura. Com capacidade de movimentação diária de 2.000kg. A temperatura de entrada do produto foi de 30°C. A câmara é composta por duas unidades condensadoras que atuam juntas, com a câmara em processo de

resfriamento rápido (menor) e apenas uma unidade quando em processo de conservação (maior). O evaporador (especialmente dimensionado de tal forma a não desumidificar o ambiente) para o resfriamento rápido, fica próximo ao teto e junto à uma parede divisória no interior da câmara. O equipamento é desenhado para atender também ao sistema de direcionamento do fluxo de ar, isto é, um conjunto destinado à pressurização do ar com intuito de homogeneizar a temperatura e a umidade do ar que passa pelo produto. O túnel quando não está sendo usado em processo de resfriamento rápido é fechado por meio de cortina plástica. A unidade para atender a câmara de estocagem possui as seguintes características: modelo HGM 040, regime de trabalho (evap/ambiente) $-5/38^{\circ}\text{C}$, refrigerante R404a, capacidade de 6.565 kcal/h e potência consumida 3,7 kW. A unidade para atender o resfriamento rápido possui as seguintes características: modelo HGM 064, regime de trabalho $-5/38^{\circ}\text{C}$, refrigerante R404a, capacidade de 9.676 kcal/h e potência consumida 5,4 kW.

A câmara B é uma câmara de resfriamento da marca São Rafael, possuindo as seguintes dimensões internas 2,74 x 1,93m x 2,70m, com temperatura interna variando de 0 a 25°C , com espessura do isolante de 100mm, em painéis de poliuretano expandido. O isolamento em termopainéis é coberto por revestimento de alumínio, pintado de verniz incolor. Com capacidade de movimentação diária de 200kg. A temperatura de entrada do produto foi de 30°C . A unidade para atender a câmara de estocagem possui as seguintes características: modelo FBA6, regime de trabalho (evap/ambiente) $-6/35^{\circ}\text{C}$, refrigerante R22, capacidade de 2.549 kcal/h e potência consumida 2,1 kW.

4.4.1. Sensores e Aquisição de Dados

Para as medições de temperaturas no interior das câmaras, das embalagens e no produto, foram utilizados sensores do tipo termopares, acoplados a um sistema de aquisição de dados (INSTATREND), que transmite os sinais através de uma placa A/D para um computador.

4.4.2. Medição da temperatura

A temperatura foi medida através de termopares de vários tipos nas câmaras duas câmaras A e B, nos pseudofrutos e nas embalagens, num total de 28 termopares. Para cada tipo de embalagem foi inserido um termopar de inserção do tipo agulha no mesocarpo (perfurando até centro do pseudofruto); um termopar de contato colocado na superfície do pseudofruto; um

termopar de inserção colocado entre os pseudofrutos; um termopar de inserção entre as cumbucas; um termopar de inserção entre as caixas contentoras, dois termopares de inserção colocados em posições opostas no paletes (um termopar na entrada da câmara e outro no fundo da câmara). Os termopares foram dispostos através de sorteio dentro das câmaras.

4.5.. Análises químicas

4.5.1. pH

O pH foi medido diretamente por potenciometria, que consiste na imersão do pHmetro (digital-Analiser) em amostra triturada e homogeneizada, segundo procedimento descrito por CARVALHO et al. (1990).

4.5.2. Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por refratometria (Abbe Refractometer, modelo 2WAJ, Shangai Optical Instrument Company (Hong Kong), com correção de temperatura para 20°C, sendo expresso segundo proposto por CARVALHO et al. (1990).

4.5.3. Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável (AT) foi determinada em 10 ml da amostra diluída com 90 mL de água destilada, e posterior titulação com solução de NaOH a 0,1 N, até o pH 8,10, sendo expressa como percentagem de ácido cítrico (CARVALHO et al., 1990).

4.5.4. Relação SS/AT (“Ratio”)

O “Ratio” foi calculado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/ATT).

4.5.5. Firmeza

A firmeza foi medida com texturômetro de mesa (Texture Analyser, modelo TA 500, software Nexigen 30), com os resultados expressos em Newtons (N). Em cada pseudofruto foram feitas duas medições uma no diâmetro maior e outra no diâmetro menor, utilizando-se três frutos para cada análise.

4.5.6. Análise Estatística

O delineamento estatístico utilizado para as análises químicas foi o inteiramente casualizado com 02 tratamentos (0°C e 10°), 02 embalagens (PET e PVC) e 04 variedades (Camarosa, Oso Grande, Sweet Charlie e Dover), com 05 replicações, cada replicação foi considerada uma unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância.

4.5.7. Método para seleção das amostras das análises físico-químicas

Para as análises físico-químicas foram realizados sorteios para seleção das embalagens que seriam utilizadas nas análises. Dentro de um saco colocou-se papéis numerados de 1 a 60, número que correspondiam a caixa contentora. Sorteada a caixa contentora escolhia-se aleatoriamente uma cubuca e retirava-se de três a quatro pseudofrutos de morango. A quantidade de pseudofrutos retirados por embalagens dependia da variedade. Fez-se este sorteio para as duas temperaturas de 0 e 10°C. Sorteou-se cinco caixas contentora de cada código (OG/PET, OG/PVC, CA/PET, CA/PVC, DO/PET, DO/PVC, SC/PET e SC/PVC) totalizando 40 amostras para cada temperatura.

4.6. Descrição dos Experimentos

4.6.1. Experimento- Monitoramento da taxa respiratória em Sistema de Fluxo Contínuo

Para este experimentos foram utilizados 20 kg de morangos de cada variedade (Sweet Charlie, Oso Grande, Camarosa e CampDover), totalizando 80 kg de morango neste experimento. Neste experimento não houve a necessidade de se utilizar a outra embalagem meia cubuca (PET) com filme de PVC, pois o produto seria retirado das embalagens e colocados em frascos para realização das análises.

Foram avaliadas as temperaturas de armazenamento e o monitoramento da taxa respiratória dos pseudofrutos de morango. Para isso foram utilizadas quatro B.O.D a 0°C, 5°C, 10°, e 15°C, com sistema de fluxo contínuo de ar dentro dos frascos (feito com auxílio do fluxômetro). Cada B.O.D. continha cinco frascos fechados hermeticamente contendo aproximadamente 1kg de pseudofruto, cada frasco foi considerada uma unidade experimental. Foi retirada de cada frasco uma amostra gasosa através de seringa própria para cromatografia e feita a leitura do conteúdo de CO₂ utilizando-se o cromatógrafo a gás.

As leituras foram feitas uma vez ao dia durante cinco dias seguidos sempre no período da tarde. A taxa respiratória foi expressa em $\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Foram descartadas as determinações das primeiras 24 horas para garantir que a temperatura do pseudofruto tivesse atingido as temperaturas desejadas e que o pseudofruto não estivesse sob o estresse pós-colheita, devido a manipulação e traslado. E também para que composição gasosa no interior do frasco tivesse atingido o equilíbrio.

4.6.2. Experimento- Monitoramento da taxa respiratória em Sistema Estático

Para este experimentos foram utilizados 20 kg de morangos de cada variedade Oso Grande e Camarosa, totalizando 40 kg de morango neste experimento.

Foram avaliadas as temperaturas de armazenamento e o monitoramento da taxa respiratória dos pseudofrutos de morango. Para isso foram utilizadas quatro B.D.O.'S nas seguintes temperaturas 0°C, 5°C, 10°, e 15°C com sistema estático de ar dentro dos frascos. Cada B.O.D. continha cinco frascos fechados hermeticamente contendo aproximadamente 1kg de pseudofruto, cada frasco foi considerada uma unidade experimental. Foi retirada de cada frasco uma amostra gasosa através de seringa própria para cromatografia e feita a leitura do conteúdo de CO_2 utilizando-se o cromatógrafo a gás.

4.6.3. Experimento resfriamento rápido e armazenamento

Este experimento iniciou-se dia 13 de agosto de 2007. Após análise dos resultados obtidos no experimento de monitoramento de taxa respiratória, no sistema de fluxo contínuo, e avaliação das temperaturas de 0, 5 10 e 15°C. Escolheu-se as temperaturas de armazenamento de 0° e 10°C. Essa escolha se deve ao fato que pseudofrutos armazenados a 0 e 5°C apresentaram praticamente a mesma taxa respiratória e a diferença de temperatura entre elas muito pequena. Também escolheu-se a temperatura de 10°C, porque quando comparada a 15°C apresentou menor taxa respiratória e menor incidência de fungos nos frutos. A escolha das duas temperaturas foi devido diferença na taxa respiratória e a diferença significativa entre as temperaturas.

Para este experimentos foram utilizadas 120 caixas contentoras de morangos, totalizando 192 kg de morango das variedades Sweet Charlie, Oso Grande, Camarosa e Dover.

Os pseudofrutos de morangueiro *Fragaria ananassa* Duch. foram obtidos em dois

pomares comerciais, na cidade de Monte Alegre do Sul. Foram colhidos conforme o Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade do Morango (CEAGESP, 2004), embalados em cumbucas de tereftalato de polietileno (PET) do tipo *clam shell* e em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, recoberta com filme de policloreto de vinila (PVC) de 13 μ m. Em cada embalagem foram colocados aproximadamente 300g de frutos, tendo em torno de 25 a 35 frutos por cumbuca, conforme a variedade.

No pomar as 120 embalagens contentoras receberam um código, que correspondia a variedade e ao tipo cumbuca que havia dentro da embalagem contentora. Dentro de uma contentora havia quatro cumbucas apenas de uma variedade e um tipo de cumbuca, ou cumbucas de tereftalato de polietileno (PET) do tipo *clam shell* ou meia cumbucas de tereftalato de polietileno, recoberta com filme de policloreto de vinila (PVC). Foram colocados os seguintes códigos:

- 15 códigos de OG/PVC = variedade Oso Grande embalado em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, revestido com filme plástico de policloreto de vinila (PVC);
- 15 códigos de OG/PET = variedade Oso Grande embalado em embalagem de tereftalato de polietileno (PET);
- 15 códigos de CA/PVC = variedade Camarosa embalado em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, revestido com filme plástico de policloreto de vinila (PVC);
- 15 códigos de CA/PET = variedade Camarosa embalado em embalagem de tereftalato de polietileno (PET);
- 15 códigos de SC/PVC = variedade Sweet Charlie embalado em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, revestido com filme plástico de policloreto de vinila (PVC);
- 15 códigos de SC/PET = variedade Sweet Charlie embalado em embalagem de tereftalato de polietileno (PET);
- 15 códigos de DO/PVC = variedade Dover embalado em meia cumbuca de tereftalato de polietileno, revestido com filme plástico de policloreto de vinila (PVC) e,
- 15 códigos de DO/PET = variedade Dover embalado em embalagem de tereftalato de polietileno (PET).

O produto foi transportado, logo após a colheita, ao Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP, em carro com ar condicionado (carro da marca Fiat – modelo Weekend), o traslado do produto durou cerca de

2 horas. Todos os pseudofrutos utilizados nos experimentos foram colhidos no dia da montagem do experimento.

As caixas contentoras codificadas receberam número de 1 a 60 através de sorteio. O sorteio foi realizado de forma simples, em um saquinho colocou-se 8 códigos (OG/PET, OG/PVC, CA/PET, CA/PVC, DO/PET, DO/PVC, SC/PET e SC/PVC). Em seguida iniciou-se o sorteio, sorteava-se um código, pegava-se a caixa contentora correspondente ao código e esta recebia um número conforme a ordem de sorteio um, dois, três e assim por diante até chegar a sessenta, lembrando que o código voltava para o saquinho após o sorteio. Com esse sorteio foi sendo montado o primeiro palete, a montagem do palete iniciava-se da esquerda para a direita. Fez-se um segundo sorteio para se montar o segundo palete da mesma forma que o primeiro. Os paletes foram montados na câmara A e na posição no qual receberiam o resfriamento rápido. Cada palete foi montado com sete linhas, cada linha continha nove caixas contentoras, apenas a última linha possuía 6 caixas contentoras.

Montados os paletes, estes foram cobertos com uma lona tipo trevira, estruturada e movimentada manualmente. Para o resfriamento rápido utilizou-se uma vazão de 12.000 m³/h e pressão estática de 40 mm CA e motor acoplado de 4 cv 220/380V - 60Hz.

Iniciou-se o processo de resfriamento rápido com os pseudofrutos de morango apresentando uma temperatura ambiente de 25,4°C, a câmara A, estava a temperatura ambiente também, pois estava desligada. A câmara A foi programada para abaixar a temperatura até 12°C. Temperatura calculada para ser a temperatura de 7/8 do resfriamento do pseudofruto.

No tempo de dois minutos a câmara A (utilizada para o resfriamento rápido) abaixou sua temperatura de 25,4 a 12°C. Não foi possível medir a temperatura dos pseudofrutos através dos termopares por problemas nos mesmos.

Quando foi atingida a temperatura de 12°C dentro da câmara A parou-se o sistema de resfriamento rápido e foi programada para manter a temperatura de armazenamento a 0°C. A câmara B (câmara apenas de armazenamento) já estava programada e ligada para manter a temperatura de armazenamento a 10°C, e possuía um palete vazio dentro. Fez-se então a transferência de forma manual, de um dos paletes sem perder a ordem de montagem que estava no processo de resfriamento rápido na câmara A. Os pseudofrutos foram mantidos armazenados até atingirem padrões impróprios para o consumo de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade do Morango (CEAGESP, 2004). A cada dois dias, após o

armazenamento foram realizadas análises físico-químicas, firmeza, pH, SS, AT e relação SS/AT. e utilizada as propriedades de classificação do referido regulamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Monitoramento da Taxa Respiratória em Sistema de Fluxo Contínuo e Sistema Estático

Segundo KADER et al. (1992), a taxa de respiração do morango é de 6 a 10mLCO₂/kg.h a 0°C, 25 a 50mLCO₂/kg.h a 10°C e 50 a 100mL CO₂/kg.h a 20°C. Durante o período de armazenamento de morangos, em embalagens fechadas, há acúmulo de CO₂, com redução na concentração de O₂ (KAYS, 1999). Esta taxa aumenta com o aumento da temperatura, conforme a lei de Van't Hoof, “A velocidade de uma reação aumenta de 2 a 2,5 vezes a cada 10°C de elevação de temperatura”, segundo PHAN et al. (1975), citado por CARMO (2004).

Os pseudofrutos das variedades CampDover, Sweet Charlie, Oso Grande e Camarosa quando submetidos ao monitoramento de taxa respiratória em sistema de fluxo contínuo, a 0°C, apresentaram taxa respiratória variando de 0,53mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 11,24mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹. A 5°C esta taxa ficou entre 0,01mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 57,17mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, submetidos a 10°C entre 1,12mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 19,97mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, e a 15°C entre 2,33mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 38,13mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹. Os tratamentos de 0, 5 e 10°C não apresentaram diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, mas diferiram do tratamento de 15°C. As variedades Sweet Charlie, CampDover e Oso Grande não apresentaram variação entre si, mas todas variaram quando comparadas a Camarosa (Gráficos 1, 2, 3 e 4).

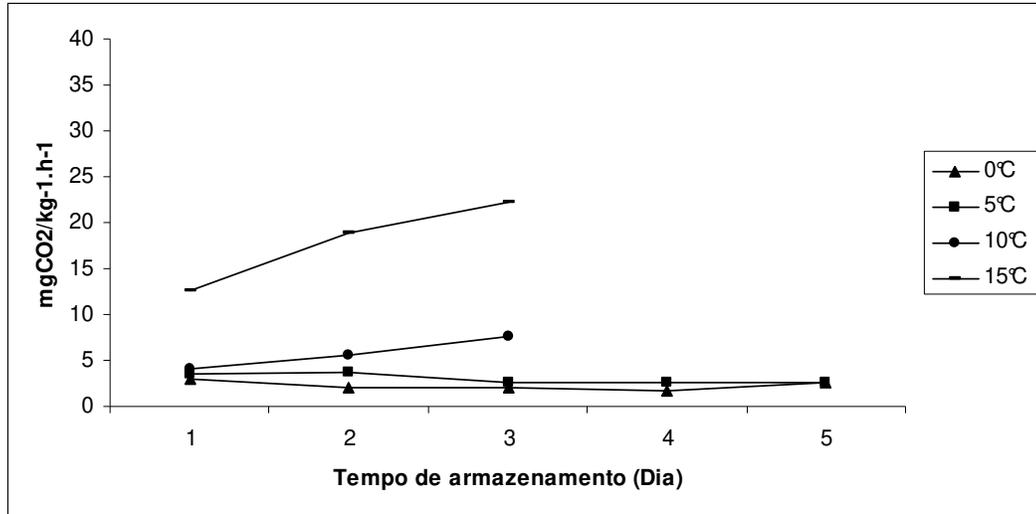


Gráfico 1. Taxa respiratória de morangos da variedade Sweet Charlie a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, ao longo do armazenamento sob sistema de fluxo contínuo da atmosfera.

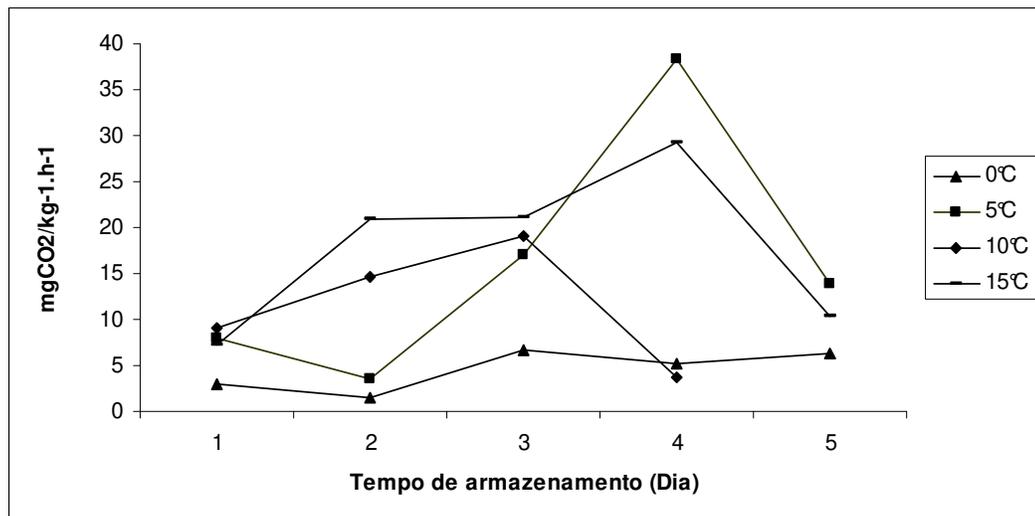


Gráfico 2. Taxa respiratória de morangos da variedade Camarosa a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, ao longo do armazenamento sob sistema de fluxo contínuo da atmosfera.

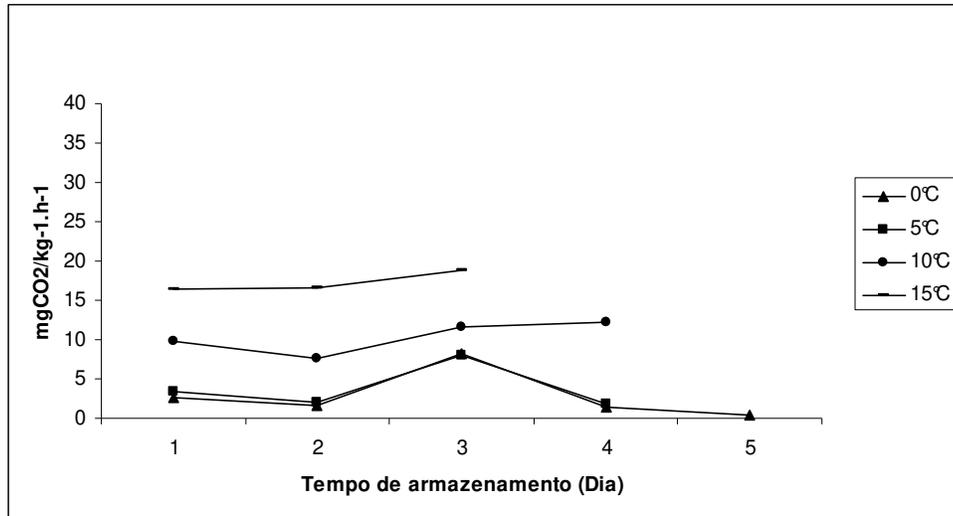


Gráfico 3. Taxa respiratória de morangos da variedade Campdover a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, ao longo do armazenamento sob sistema de fluxo contínuo da atmosfera.

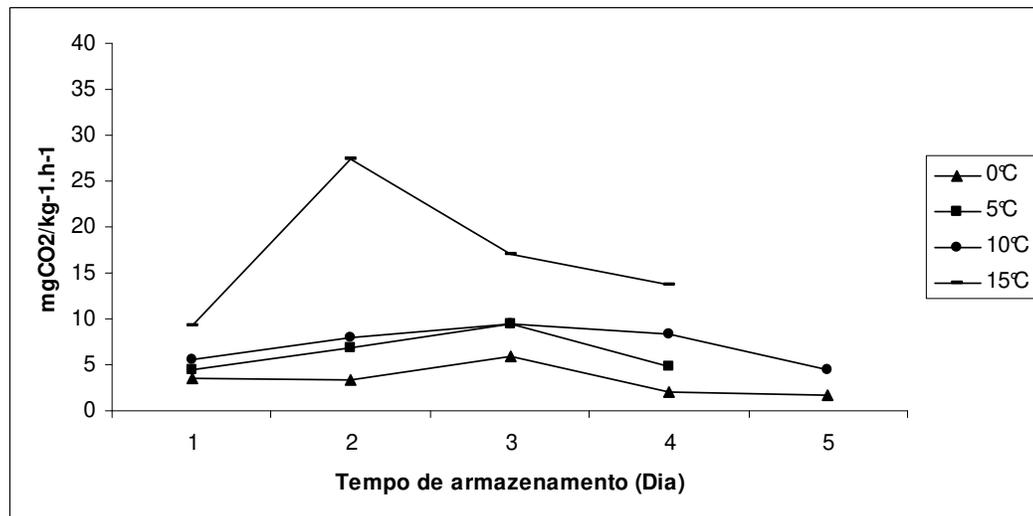


Gráfico 4. Taxa respiratória de morangos da variedade Oso Grande a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, ao longo do armazenamento sob sistema de fluxo contínuo da atmosfera.

No monitoramento da taxa respiratória dos pseudofrutos das variedades Oso Grande e Camarosa, usando-se o sistema estático a 0°C a taxa respiratória variou entre 0,73mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 56,95mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹. A 5°C apresentaram taxa respiratória entre 27,88mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 83,63mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, Submetidos a 10°C esta taxa esteve entre 4,1mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e

91,59mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, e a 15°C entre 7,51mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e 105,17mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹. Os tratamentos a 0°C e 15°C diferiram dos demais, enquanto os a 5°C e 10°C não diferiram entre si ao nível de 5% de significância (Gráficos 5 e 6).

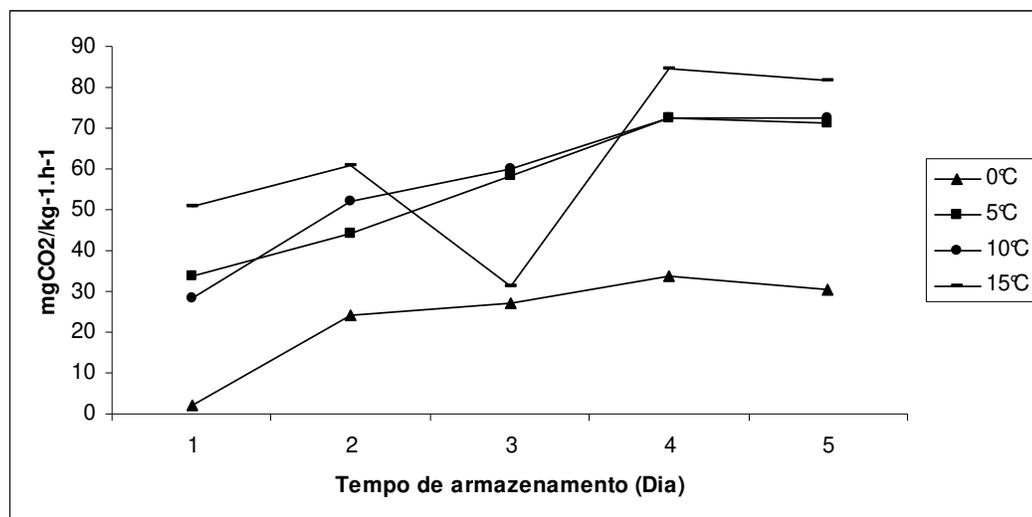


Gráfico 5. Taxa respiratória determinados pelo sistema estático dos frutos da variedade Oso Grande a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, durante o armazenamento por 5 dias.

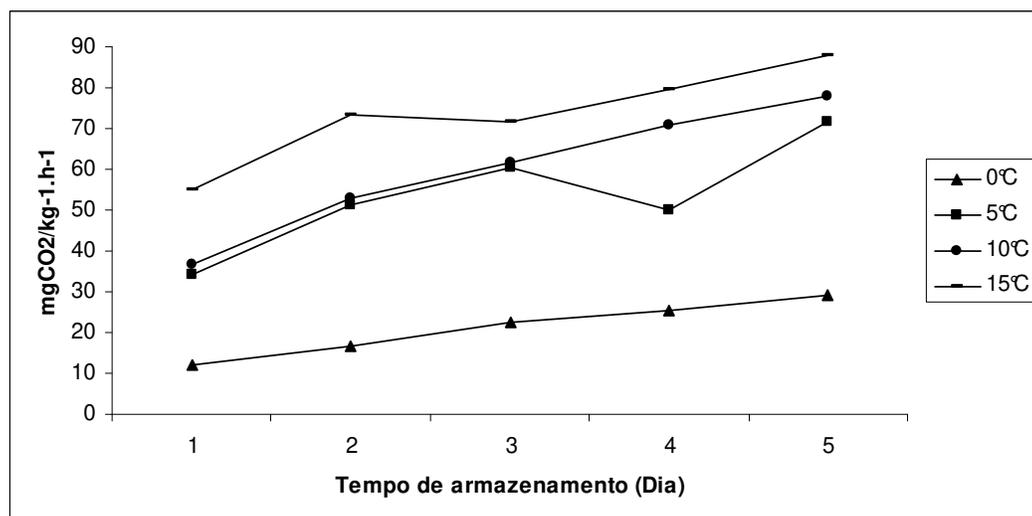


Gráfico 6. Taxa respiratória determinados pelo sistema estático dos frutos da variedade Camarosa a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C, durante o armazenamento por 5 dias.

Os pseudofrutos de morango de uma mesma variedade quando submetidos a temperaturas iguais, nos sistemas de monitoramento da taxa respiratória testados apresentaram diferenças. No sistema fluxo contínuo a taxa respiratória da variedade Camarosa variou de 0,01mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ a 57,17mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, a 0°C, 5°C, 10°C e 15°C. No sistema estático, nas

mesmas temperaturas variaram de $9,61\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ a $105,17\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Para a variedade Oso Grande as variações foram de $1,36\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ a $38,13\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ no sistema com fluxo contínuo e de $0,73\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ a $102,06\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ no sistema estático. Considerando o efeito temperatura, pode-se observar que em todas as variedades utilizadas neste experimento, a redução de temperatura exerceu influencia sobre a diminuição da taxa respiratória.

As diferenças observadas estão de acordo com STEFFENS et al. (2007), ou seja, a cultivar, a temperatura de armazenamento e a modificação na atmosfera influenciam na taxa respiratória.

As diferenças estatísticas podem ser vistas pela comparação de médias pelo Testes de Tukey HDS para os monitoramentos da taxa respiratória no sistema fluxo contínuo e estático (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Comparação de médias pelo Teste de Tukey (Respiração) para Fluxo Contínuo

Variedades	Respiração $\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$	Temperatura $^{\circ}\text{C}$		Tempo Dias	
Sweet Charlie	6,39 A	0	3,23 A	5	4,94 A
CampDover	7,14 A	5	6,68 A	1	6,74 A
Oso Grande	7,48 A	10	8,05 AB	2	8,81 AB
Camarosa	12,6 B	15	15,65 B	4	9,85 BC
				3	11,69 C

Tabela 4. Comparação de médias pelo Teste de Tukey (Respiração) para Sistema Estático

Variedades	Respiração $\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$	Temperatura $^{\circ}\text{C}$		Tempo Dias	
Oso Grande	50,03 A	0	22,35 A	1	31,73 A
Camarosa	51,96 A	5	54,83 B	2	47,01 B
		10	58,56 B	3	49,91 B
		15	68,25 C	4	61,16 C
				5	65,17 C

O teste de Tukey para os dois sistemas de monitoramento de taxa respiratória permite confirmar que a medida que a temperatura aumenta a taxa respiratória também aumenta. Pois quanto menor a temperatura, menor a taxa respiratória, menor atividade metabólica, e conseqüentemente há um aumento no tempo de armazenamento do produto.

ANTUNES, DUARTE FILHO & SOUZA (2003), também perceberam que o

armazenamento a frio retarda os processos fisiológicos como a respiração e a produção de calor vital, que levam à senescência em frutos de amora-preta. A utilização de baixas temperaturas pode auxiliar no aumento do tempo de conservação pós-colheita; porém, em temperaturas apropriadas de 0 a 1°C e umidade relativa do ar (UR) de 90 a 95%, a vida de armazenagem do morango é de apenas 7 dias, segundo NUNES et al. (1995). A manutenção dos frutos em temperaturas baixas e a manipulação cuidadosa têm efeito benéfico na vida de prateleira e no controle da ocorrência de injúrias durante o manuseio e transporte dos frutos (GALEGÁRIO et al., 2008).

A diferença nas taxas respiratórias entre os sistemas fluxo contínuo e estático se deve ao fato de que no sistema de fluxo contínuo há circulação constante de ar dentro dos frascos, não havendo com isso acúmulo de CO₂ e O₂ dentro dos frascos, além disso, possui uma melhor reprodutibilidade dos tempos de retenção e de quantificação de CO₂ dentro dos frascos.. Diferente do que ocorre no sistema estático no qual o CO₂ liberado pelos pseudofrutos permanece dentro dos frascos, havendo uma concentração maior de CO₂, dando resultados de mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹ maiores que no sistema de fluxo contínuo. No sistema estático há um maior acúmulo de CO₂, por conta de o sistema ser feito em frasco hermeticamente fechados, sem circulação de ar, com isso há uma maior concentração de mgCO₂.kg⁻¹.h⁻¹, sendo os resultados bem mais elevados que o previsto para o pseudofruto de morango.

5.2. Experimento – Análises Físico – químicas

5.2.1. pH

A determinação do pH dos frutos é importante na definição da finalidade de uso das cultivares. Esta característica torna difícil o desenvolvimento de cultivares com dupla aptidão, já que as exigências para cultivares de uso industrial e consumo *in natura* são opostas, apesar da variação significativa entre diferentes cultivares (CONTI, MINAMI & TAVARES, 2002). Para consumo do morango *in natura* tem-se preferência por frutas mais adocicadas.

Segundo REIS et al. (2008), o varia de 3,59 a 3,84 em morangos da cultivar Oso Grande, quando armazenados a 9°C por 12 dias. Estes valores estão próximos aos relatados por MORAES et al. (2008), que estudaram frutas da cultivar Oso Grande, minimamente processado, e encontraram valores variando de 3,66 a 3,70. CONTI, MINAMI & TAVARES (2002), verificaram que a variedade Dover apresenta um pH = 3,66. MORAES et al (2008),

não notaram diferenças significativas no pH de morangos armazenados a 5°C e 10°C.

Neste experimento não se detectou diferença significativa quanto ao pH levando-se em consideração a temperatura de armazenamento e a embalagem utilizada PET ou PVC (Gráfico 7 e 8), porém houve diferença significativa entre as variedades. Estas diferenças estatísticas são apresentadas nas Tabela 5. Das variedades estudadas pode-se dizer que a Camarosa é a mais indicada para uso em indústria devido ao baixo pH, enquanto a Sweet Charlei a mais indicada para consumo *in natura*.

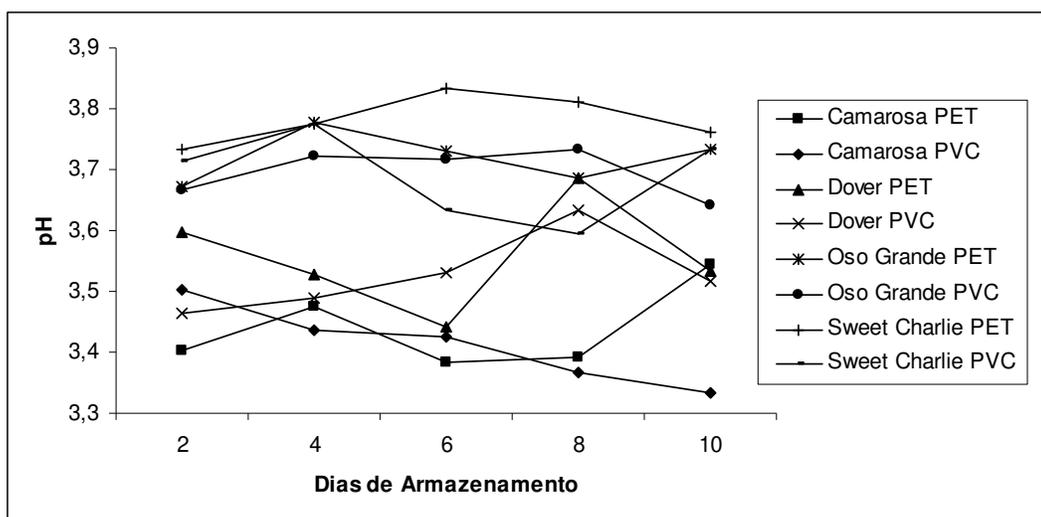


Gráfico 7. Variação no pH de morangos estudados a 0°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do período de armazenamento.

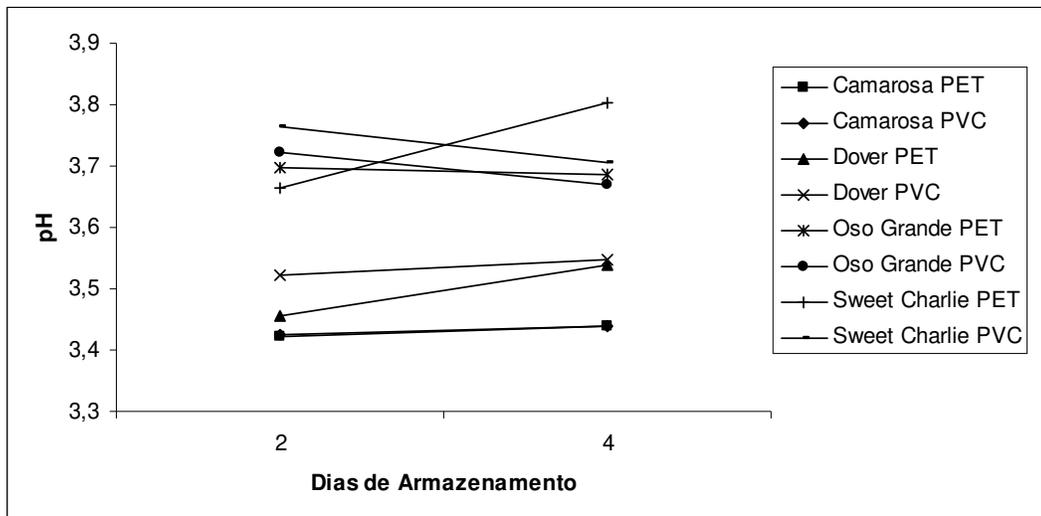


Gráfico 8. Variação no pH de morangos estudados a 10°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do período de armazenamento.

Tabela 5. Teste de Tukey para pH (Variedade, Temperatura e Embalagem)

Teste de Tukey para pH (Variedade, Temperatura e Embalagem)									
Variedade			Temperatura °C			Embalagem			
Camarosa	3,42	A	10	3,59	A	PVC	3,58	A	
Dover	3,52	B	0	3,6	A	PET	3,6	A	
Oso Grande	3,7	C							
Sweet Charlie	3,72	C							

5.2.2. Sólidos Solúveis (°Brix)

O teor de sólidos solúveis é característica de interesse para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (CONTI, MINAMI & TAVARES, 2002). Os mesmos autores evidenciaram que existe uma grande variação no teor de sólidos entre as cultivares de morango. A variedade Dover, possui teor de 7,10°Brix (CONTI, MINAMI & TAVARES (2002), a Oso Grande (VIEITES et al., 2006) de 7,10 a 7,70°Brix. Neste trabalho observou-se para a variedade Oso Grande uma variação de 5,38°Brix a 6,70°Brix. MALGARIM, CANTILLANO & COUTINHO (2006) observaram que morangos da variedade Camarosa apresentaram teor de 6,40 - 7,48°Brix, que estão bastante próximos dos obtidos que variaram de 6,42°Brix a 8,37°Brix. Observando os resultados obtidos nota-se que a partir do quarto dia de armazenamento os teores de sólidos solúveis as variedades avaliadas apresentaram o decréscimo, Estes resultados são semelhantes aos encontrados por VIEITES et al (2006), que trabalharam com morangos da variedade Oso Grande em atmosfera modificada e

GIL, HOLCROFT & KADER (1997), que também armazenaram morangos sob atmosfera modificada.

Houve interação significativa entre as variedades e as embalagens, mas sem diferenças entre as embalagens. Isso poder ser observado nos Gráficos 9 e 10 e Tabela 6.

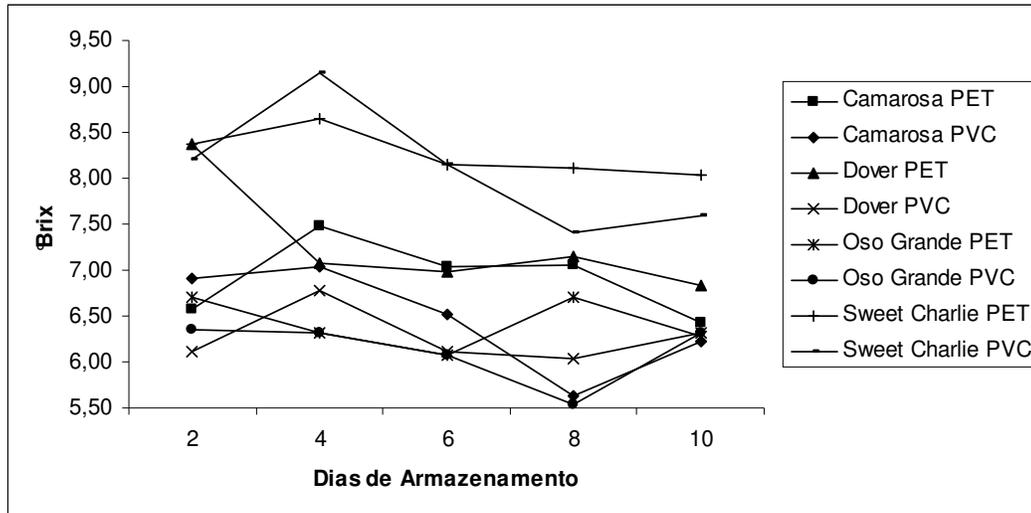


Gráfico 9. Teor de sólidos solúveis em morangos das variedades estudadas armazenadas a 0°C, em embalagens PET e PVC.

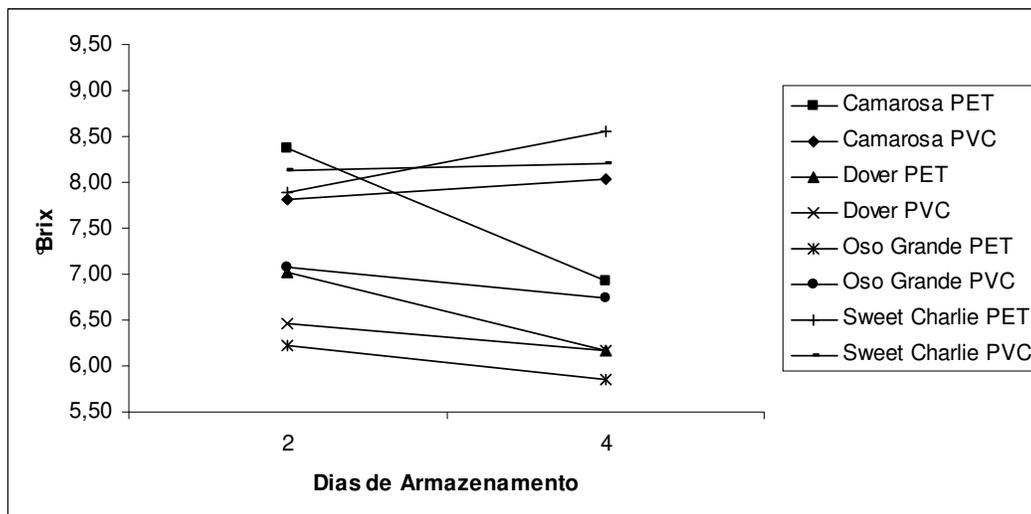


Gráfico 10. Teor de sólidos solúveis em morangos das variedades estudadas armazenadas a 10°C, em embalagens PET e PVC.

Tabela 6 – Teste de Tukey para Sólidos Solúveis (Variedade, Temperatura e Embalagem)

Teste de Tukey para Sólidos Solúveis (Variedade, Temperatura e Embalagem)								
Variedade			Temperatura °C			Embalagem		
Oso Grande	6,36	A	0	6,97	A	PVC	7,04	A
Dover	6,61	A	10	7,25	B	PET	7,19	A
Camarosa	7,23	B						
Sweet Charlie	8,24	C						

5.2.3. Acidez Titulável

A perda de acidez está relacionada ao processo natural de maturação dos frutos, pois ocorre a utilização de ácidos orgânicos, principalmente cítrico e málico em morangos, como substrato no processo respiratório via ciclo de Krebs (MAZARO et al., 2008). Os resultados aqui obtidos não estão de acordo com os autores Chitarra e Chitarra (2005), Vieites et al. (2006) e Mazaro et al (2008), que afirmam que ao longo do armazenamento a acidez titulável tende a diminuir.

A redução nos teores de O₂ e conseqüente aumento nos de CO₂, podem reduzir as perdas na acidez durante o armazenamento, devido a redução da atividade enzimática relacionada ao metabolismo respiratório, elevando o pH dos frutos (LIMA et al, 1996).

O pequeno aumento na acidez titulável observado nos Gráficos 11 e 12 e Tabela 7 também foi relatado por CALEGARO, PEZZI & BENDER (2002) em morangos. Estes autores afirmam que o aparente aumento na acidez total deve ser conseqüência da síntese de ácidos orgânicos, mas do efeito da concentração dos ácidos em razão da perda de água pelos frutos.

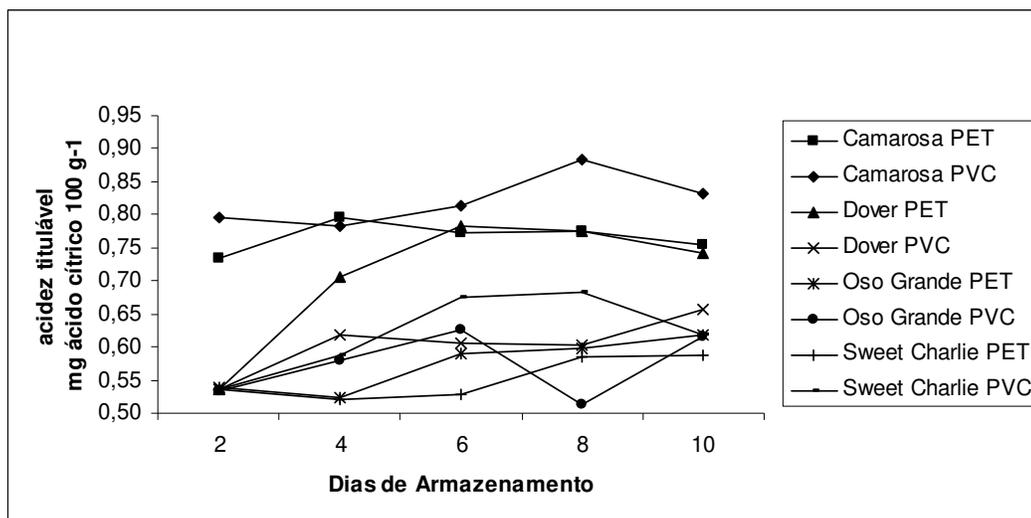


Gráfico 11. Variação na acidez titulável de morangos das variedade Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet

Charlie a 0°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do armazenamento.

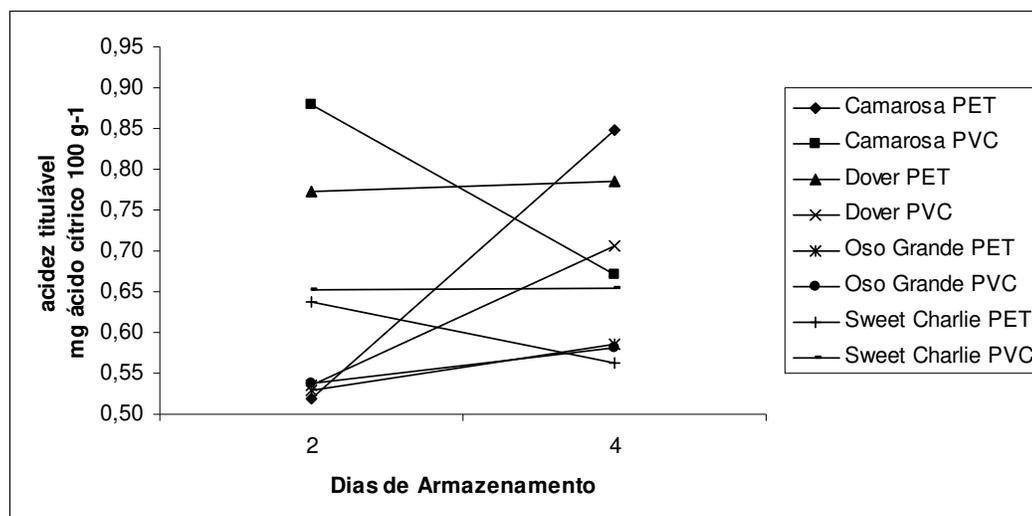


Gráfico 12. Variação na acidez titulável de morangos das variedades Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie a 0°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do armazenamento.

Tabela 7 - Teste de Tukey para Acidez Titulável (Variedade, Temperatura e Embalagem)

Teste de Tukey para Acidez Titulável (Variedade, Temperatura e Embalagem)								
Variedade			Temperatura °C			Embalagem		
Oso Grande	0,56	A	0	0,65	A	PET	0,65	A
Sweet Charlie	0,6	A	10	0,65	A	PVC	0,65	A
Dover	0,67	B						
Camarosa	0,76	C						

5.2.4. Relação SS/AT

A relação SS/ATT é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada dos teores de açúcares ou de acidez. Essa relação dá uma idéia do equilíbrio entre estes dois componentes, e para tanto, deve-se especificar o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez, para se ter uma idéia mais real do sabor. Para morangos o teor mínimo de SS é de 7% e o AT de 0,8%. Com relação a relação de sólidos solúbeis acidez titulável, as variedades e as temperaturas de armazenamento diferiram entre si estatisticamente, mas não houve diferença entre as embalagens (Gráficos 13 e 14. Tabela 8).

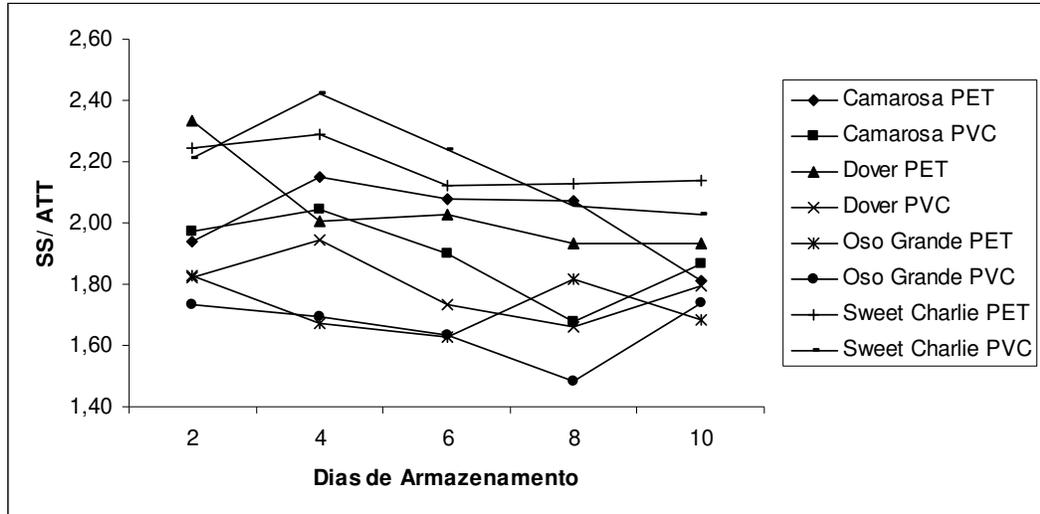


Gráfico 13. Variação na relação de sólidos solúveis e acidez titulável de morangos das variedades Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie a 0°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do armazenamento.

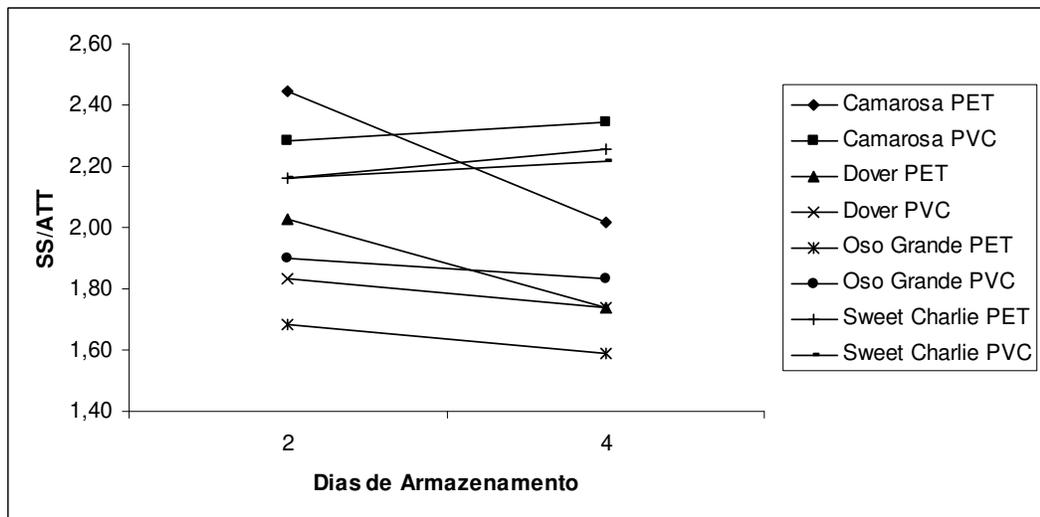


Gráfico 14. Variação na relação de sólidos solúveis e acidez titulável de morangos das variedades Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie a 10°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do armazenamento.

Tabela 8. Teste de Tukey pra Ratio (Variedade, Temperatura e Embalagem)

Teste de Tukey para Ratio (Variedade, Temperatura e Embalagem)									
Variedade			Temperatura °C			Embalagem			
Oso Grande	1,71	A	0	1,93	A	PVC	1,96	A	
Dover	1,87	B	10	2,02	B	PET	1,99	A	
Camarosa	2,11	C							
Sweet Charlie	2,21	C							

5.2.5. Firmeza

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância, principalmente em frutos destinados ao consumo *in natura*, pois além de permitirem melhor manuseio e transporte, possibilitam a conservação de suas qualidades sensoriais por mais tempo (SANTOS, 1999).

DONAZZOLO et al. (2003) relataram que há uma diminuição da firmeza em morangos da variedade Oso Grande quando armazenados a 0°C e 20°C, mas esta não foi observado neste experimento para a maioria das variedades testadas.

Para os frutos armazenados a 10°C houve aumento nos valores da firmeza, e isso ocorreu devido ao aumento da elasticidade do tecido ao longo do armazenamento. Essa elasticidade do tecido é consequência da desidratação, fazendo com que haja um aumento nos valores da textura devido a existência de elasticidade na hora de se fazer a leitura da textura. Estes resultados são semelhantes aos relatados por VIEITES et al (2006), que armazenaram morangos e notaram que ao longo do armazenamento os valores da firmeza aumentaram, em média duas vezes mais que a firmeza inicial.

Segundo BRACKMANN et al. (2002), a firmeza da polpa do morango *in natura* foram diferentes estatisticamente em função das temperaturas de armazenamento, sendo que a 0°C a manutenção da firmeza foi que a -1,6°C. Neste trabalho não se observou diferença significativa com relação às temperaturas de armazenamento nas embalagens utilizadas. Observou-se apenas, diferenças significativas entre as variedades, concordando com CONTI, MINAMI & TAVARES (2002). Isso pode ser observado nos Gráficos 15 e 16 e nas Tabela 9.

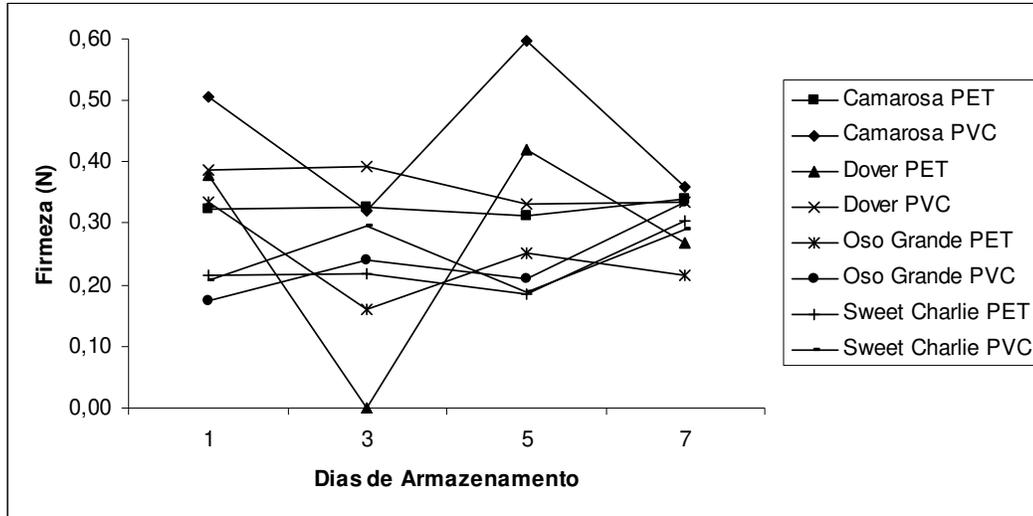


Gráfico 15. Variação da firmeza das variedades Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie na temperatura de 0°C, nas embalagens PET e PVC, ao longo do armazenamento de 10 dias.

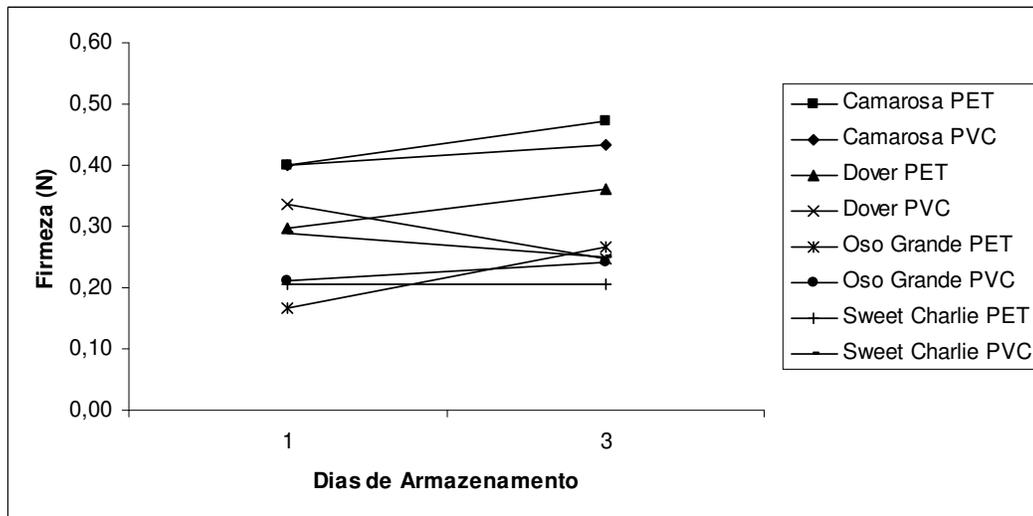


Gráfico 16. Variação da firmeza das variedades Camarosa, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie na temperatura de 10°C, nas embalagens PET e PVC.

Tabela 9 - Teste de Tukey para Textura (Variedade, Temperatura e Embalagem)

Teste de Tukey para Textura (Variedade, Temperatura e Embalagem)						
Variedade			Temperatura °C		Embalagem	
Sweet Charlie	0,229549	A	10	0,297523	A	PVC 0,301869 A
Oso Grande	0,240129	A	0	0,308897	A	PET 0,304551 A
Dover	0,345593	B				
Camarosa	0,397568	B				

6) CONCLUSÕES

A temperatura de 0°C, mostrou-se a mais adequada entre as avaliadas no experimento de monitoramento de taxa respiratória, por apresentar os menores valores de $\text{mgCO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, nos dois tipos de sistema, fluxo contínuo e estático.

Comparando-se as temperaturas de 0°C e 10°C, a 0°C é a que manteve a maior vida de prateleira de todas as variedades avaliadas. Na temperatura de 0°C os frutos ficaram armazenados por 14 dias, enquanto que a 10°C ficaram armazenados por apenas 4 dias. Com baixa temperatura há uma diminuição das atividades metabólicas, aumentando a vida de prateleira do produto.

Comparando-se os resultados levando-se em consideração os sistemas de monitoramento de taxa respiratória utilizado, pode-se dizer que o sistema de fluxo contínuo é o que apresenta os resultados mais exatos.

Foi observado que tanto a embalagem PET como a PVC, não apresentaram efeitos significativos nos fatores análises físico-químicas, concluindo que as duas embalagens são adequadas para armazenamento de morangos. A diferença das embalagens é apenas na apresentação do fruto ao consumidor, sendo a embalagem PET mais vistosa e mais adequada para o transporte, devido ser toda de tereftalato polietileno.

Levando - se em consideração a variedade Camarosa, esta mostrou ter uma textura mais firme ao longo do armazenamento, enquanto a Oso Grande apresentou ser menos firme ao longo do armazenamento.

Analisando as variedades pelas análises químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT, a variedade Sweet Charlie foi a que se mostrou mais adequada para o consumo *in natura* por apresentar-se um pH, °Brix, relação SS/AT mais elevado, sendo mais aceito pelos consumidores e baixo nível de acidez titulável.

A variedade Camarosa apresentou baixo pH e alta AT, sendo indicada para indústria devido a estas características.

7) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à temperatura e tempo de armazenamento, pode-se concluir que quanto menor a temperatura de armazenamento, os frutos respiram menos, e conseqüentemente aumenta a vida de prateleira do produto, devido a diminuição das atividades enzimáticas. Com a utilização da cadeia do frio para morango e outros produtos perecíveis, pode -se aumentar a vida de prateleira dos mesmo evitando assim perdas desnecessárias.

Na literatura existem trabalhos feitos com morangos sob temperaturas mais baixas do que as estudadas aqui, aumentando ainda mais a vida de prateleira, lembrando que nesses trabalhos também foram utilizadas variedades diferentes.

Mesmo não conseguindo atingir os valores do resfriamento rápido relatados neste experimento, na literatura encontram-se vários trabalhos com produtos variados, no qual afirmam que o resfriamento rápido é uma tecnologia pós-colheita viável, apesar de ter custo de implantação alto.

A temperatura 0°C, foi a que manteve a maior vida de prateleira dos frutos. Não há diferença das embalagens PET e PVC utilizadas no armazenamento a 0 e 10°C. Das variedades avaliadas a Sweet Charlie é a que se mostrou mais indica para consumo *in natura*, devido suas características físico-químicas. E a variedade Camarosa a mais indicada para indústria.

8) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. v. 15, p. 207–225. 1999.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.D. Sistemas de produção de morango - Importância, Nov. 2005. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em nov.2008.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M., **Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.38, n.3, p.413-419. 2003.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Active packaging for foods. *Ciência e tecnologia de Alimentos*, v, 20, n,3. 2000.

BERNARDI et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. Dez. 2005. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em nov.2008.

BINOTTI, C. S. **Avaliação quantitativa do método de resfriamento rápido com ar forçado para morangos (*Fragaria x ananassa*, Duch), in natura**. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP. Dissertação de mestrado. Campinas – SP. 2000. 83 p.

BRACKMANN, A.; HUNSCHEN, M.; BALEM, T. A. Efeito de filmes de PVC esticável e polietileno no acúmulo de CO₂ e na manutenção da qualidade depós-colheita de morangos cv. Tangi. *Revista Brasileira de Agrociência*. v. 5, n 2, p. 89 - 92. 1999.

BRACKMANN, A. et al. Efeito da temperatura de armazenamento sobre qualidade di morango cultivar `Oso Grande`2002. *Revista Brasileira de Agrociência*. v. 8, n 1, p. 77 - 78. 2002.

BRAHM, R. U.; PEDROSO DE OLIVEIRA, R. Potencial de multiplicação *in vitro* de cultivares de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p.

507-510, 2004.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*. v.30, n.1, p.18-22. 1995.

CALBO, A.G. Adaptação de um fluxômetro para estudos de trocas gasosas e um método de aferição de capilares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.24, n.6, p. 733-739. 1989.

CALBO, A. G.; MORETTI, C.L. Penetrômetro a gás para avaliação da firmeza de frutos. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/penetrometro.htm>. Acesso em: mar. 2005.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 27, n. 8. 2002.

CALVETE, E.O. et al. Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivadas *in vitro* e *ex vitro*. *Horticultura Brasileira*., Brasília, v. 20, n. 4, p.649-653. 2002.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; CAMARGO, A. M. P.; ANAPALOS, L. C. Estacionalidade dos preços e das quantidades de frutas olerícolas: melancia, melão e morango, 1987 - 91. *Horticultura Brasileira*., v. 12, n. 1, p. 75, 1994.

CANTILLANO, R. F .F. Sistema de produção do morango - Sistema de produção, nov. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em nov. 2008.

CANTILLANO, F. F.; BENDER, R. J.; LUCHSINGER, L. **Morango. Pós-colheita**. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS). – Brasília: Embrapa Informação Tecnológicas, p. 14-24. 2003.

CARMO, S. A. Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, p110, 2004.

CARVALHO, C. R. L. et al. **Análise de química de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual técnico).

CEAGESP. Disponível em: <<http://www.ceagesp.com.br/cotacao/cotacao>>. Acesso em: 05 fev.2004.

CEAGESP. Disponível em: <<http://www.ceagesp.com.br/cotacao/cotacao>>. Acesso: mar. 2006.

CEAGESP. Regulamento técnico de identidade e qualidade do morango (*Fragaria x ananassa* Duch) para o “Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais, embalagens de hortigranjeiros”. Disponível em: <<http://www.ceagesp.com.br/classificação/morango/arquivos/norma.html>>. Acesso em: fev.2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: 2 ed, - Lavras:UFLA, 2005.

CLAYPOOL, L.L.; KEEFER, R.M. A colorimetric method for CO₂ determination. *American Society for Horticultural Science*, v.40, p. 177-186, 1942.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20,n.1, p. 10-17. 2002.

CORTEZ, L. A.; HONORIO, S. L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças; Embrapa Hortaliças (Brasília, DF).- Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 428 p.

DONAZZOLO, J.; et al. Utilização de filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) para prolongar a vida pós-colheita de morangos, cv. Oso Grande. *Ciência agrotécnica*, Lavras. v.27,

n.1, p.165-172, jan./fev., 2003.

FONSECA, S. C. et al. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: *Journal of Food Engineering*. v. 52, p. 99-119. 2002.

GALEGÁRIO, F. F. et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste - Colheita e pós-colheita - Maturação e prática de colheita, dez.2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa>>. Acesso em: nov. 2008.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*. v. 38, n 1. 2008.

GOMES, J. C. C. Apresentação. II SIMPÓSIO NACIONAL DE MORANGO E I ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO BRASIL E MERCOSUL, 2004.

GROPPO, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. T.; BLANCO, M. C. A cultura do morangueiro. *Boletim técnico 201, Coordenadoria de assistência técnica integral – CATI*. Campinas. 2 ed. 27 p. 1997.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.. Utilization of biofilms in the postharvest conservation of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) cv. IAC Campinas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n.º 2. 1999.

HERTOG, M. S. T. M., et al. Predicting keeping quality of strawberries (cv. 'Elsanta') packed under modified atmosphere: an integrated model approach. *Postharvest Biology and Technology*. v. 15, p. 1-12. 1999.

HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere-induce changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*. v. 17, p. 19-32, 1999.

I. E. A. Informações Econômicas. *Revista Técnica do Instituto de Economia Agrícola – I.E.A.*, v.38, n°2, p.1-120. Fevereiro 2008.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California. California, USA. 2 ed. Publication 3311,1992. 269 p.

KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*. v. 15, p. 233–247. 1999.

KLUGE, R. A. Pós-colheita de hortaliça de fruto. Disponível em; <<http://www.ciagri.usp.br/~rakluge/pchort.html>>. Acesso mar.2004.

LIMA, L. C. de O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. Morango: tecnologia inovadora. *Informe Agropecuário*. EPAMIG. Belo Horizonte – MG. v. 20, n198, p. 80-83, 1999.

LIMA, L. C. de O.; SCALON, S de P.Q.; SANTOS, J .E. S. Qualidade de mangas (*Mangífera indica*) cv. 'Haden' embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, 1996.

MALGARIM, M. B; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto 2006.

MAZARO, S.M. et al. Comportamento pós colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré- colheita de quitosana e acibenzolar – S₂ metil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, mar., vol 30, n 1, p. 185 – 190, 2008.

MITCHAM, E. J.; CRISOSTO, C. H.; KADER, A. A. Strawberry: Recommendations for

maintaining postharvest quality. Disponível em:
<<http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Fruit/strawberry.shtml>> Acesso
em: fev. 2004.

MORAES et al. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. *Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 28 (2): 274 – 281, abr.- jul. 2008.

NEVES FILHO, L. DE C. Congelamento de morango. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DO MORANGUEIRO, 1, 1986, Cabreúva. FCAVJ/UNESP, 1986, p.65-88.

NUNES, M. C. et al. (A) Physical and chemical-quality characteristic of strawberry and after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology*. v.6, p. 17-28. 1995.

NUNES, M C. et al. (B) Effects of delay to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. *Sweet Charlie*). *Food Control*. V. 6, n 6, p. 323-328. 1995.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.108, n.655.2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, M.E.; MANICA, I. Principais países produtores de frutas no ano de 2002. **Jornal da Fruta**, Lages, v.11, n.127, p.14.2003.

PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*. v. 15, p. 263-277. 1999.

PASSOS, F. A. et al. Diretrizes técnicas morango: *Fragaria x ananassa* Duch. Disponível em:
<<http://www.srjundiai.com.br/direct.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2004.

PELAYO, C.; EBELER, S. E.; KADER, A.A. Postharvest life and flavor quality of three

strawberry cultivars kept at 5C in air or air + 20kPa CO₂. *Postharvest Biology and Technology*. v. 27, p. 171-183. 2003.

RESENDE, L. M. A. et al. Panorama da produção de comercialização do morango. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, v. 20, n 198, p. 5-19. 1999.

ROSEN, J. C.; KADER, A. A. Postharvest physiology and quality maintenance of slice pear and strawberry fruits. *Journal of Food Science*. v. 3, p. 54. 1989.

SHANHUEZA, R. M. V. et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e encosta superior do Nordeste - Apresentação. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br>>. Acesso nov. 2008.

SANTOS, A. M. Cultivo de pequenas frutas, em regiões de clima temperado no Brasil sob cobertura plástica. In: FORO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO. Anais, Botucatu, UNESP, p. 168-174. 1997.

SANTOS. P. E. T. Sistema de produção do morango – Características básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil, nov. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso nov. 2008.

SATO, G. S., ASSUMPÇÃO, R. Pólos de produção de morango. *Informações econômicas*, SP , v. 32, n 11, nov. 2002.

SIGRIST, J.M.M. Manuseio pós-colheita de frutas e hortaliças. In: **Curso de Atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças**, 2, p. 11-8. 1988.

SIM CEAGESP: Sistema de Informação de Mercado da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). São Paulo: CEAGESP, Seção de Economia e Desenvolvimento, 2006. [Não publicado.]

STEFFENS, C. A. et al. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n°.3, p.313-321, mar. 2007.

TALBOT, M. T.; CHAU, K.V. **Precooling strawberries**. Institute of food and agricultural sciences. University of Florida. Circular 942. 1991.8p.

VIEIRA, F. C. A cultura do morangueiro. **Preços agrícolas**. Dezembro, p. 40-42. 2000.

VIEIRA, C. C.; PESCE, G. Desenvolvimento da cultura do morango. Disponível em: <<http://www.srjundiai.com.br/mordesen>>. Acesso em: 19 nov. 2008.

VIEITES, R. L.; et al. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, abr./jun. 2006.

VOLTAN et al. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. *Bragantia*, Campinas, vol. 55, pag. 29-44. 1996.

WATADA, A. E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. *Postharvet Biology and Technology*. v.15, p. 201-205. 1999.

WSZELAKI, A.L.; MITCHAM, E.J. Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay. *Postharvest Biology and Technology*. v. 20, n. 2, p. 125-133. 2000.

WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V.; LESHEM, Y. Y. Fumigation with nitric oxide to extend the postharvest life strawberries. *Postharvest Biology and Technology*. v. 18, p. 75-79. 2000.