

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CÂMPUS DE ARARAQUARA

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ATEMÓIA
cv. “THOMPSON”

LIZ MARIA ABI RACHED TORRES

ARARAQUARA – SP
Abril - 2008

LIZ MARIA ABI RACHED TORRES

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ATEMÓIA
cv. “THOMPSON”**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

ORIENTADOR: Prof. Dr. VALDIR AUGUSTO NEVES

ARARAQUARA – SP

Abril – 2008

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

T693c Torres, Liz Maria Abi Rached
Conservação pós-colheita de atemóia cv. “Thompson”. / Liz Maria Abi Rached Torres. – Araraquara, 2008.
124 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição
Orientador: Valdir Augusto Neves

1.Atemóia. 2.Pós-colheita. 3.Armazenamento atemóia.. 4.Enzimas .
I.Neves, Valdir Augusto, orient. II. Título.

CDD: 574

CAPES: 50700006

“Procure descobrir o seu caminho na vida.

Ninguém é responsável por nosso destino, a não ser nós mesmos.

Nós é que temos que descobrir a estrada e segui-la com os nossos próprios pés. Desperte para a vida, para a Verdadeira Vida. E, se deseja a felicidade, lembre-se: você é o único responsável por seu destino. Supere as dificuldades, vença os obstáculos e construa sua vida.”

(Carlos Torres Pastorino em “Minutos de Sabedoria”)

Aos meus pais Najla e Renato e minhas irmãs Renata e Roberta,

Pelo amor e carinho vivenciados a cada dia,

Pela confiança, apoio e amizade,

Pelas discussões, sempre acompanhadas de ensinamentos,

Por me ajudarem a crescer constantemente.

Ao Fabiano,

Pelos conselhos, apoio, companheirismo e amizade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Valdir, a quem sou eternamente grata pelo constante ensinamento, pelo apoio nas decisões, pelos dias dedicados à parte experimental e revisão da parte escrita deste trabalho; pela amizade construída no decorrer deste período, cujas lembranças levarei para o resto da vida.

À Maraíza, meu “anjo da guarda”, pelo grandíssimo apoio no decorrer da parte experimental da pesquisa, pelos ensinamentos cotidianos, com quem aprendi a importância da organização durante o trabalho, pela compreensão e amizade.

À COOPADAP, em especial, Luciano Abi Rached Tannuri, pelo fornecimento dos frutos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

SUMÁRIO

ABREVIATURAS.....	<i>i</i>
LISTA DE FIGURAS.....	<i>iii</i>
LISTA DE TABELAS.....	<i>vii</i>
LISTA DE FOTOS	<i>x</i>
RESUMO.....	<i>xvi</i>
SUMMARY.....	<i>xvii</i>
1- INTRODUÇÃO.....	<i>1</i>
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	<i>4</i>
2.1- Características Gerais.....	<i>4</i>
2.2- Tratamentos Pós-Colheita.....	<i>8</i>
2.2.1- Refrigeração.....	<i>9</i>
2.2.2- Atmosfera Modificada.....	<i>14</i>
2.2.3- Condicionamento Térmico.....	<i>18</i>
3- OBJETIVOS.....	<i>25</i>
3.1- Objetivos Gerais.....	<i>25</i>
3.2- Objetivos Específicos.....	<i>25</i>
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	<i>26</i>
4.1- Material.....	<i>26</i>
4.1.1- Tratamentos e condições de armazenamento.....	<i>26</i>
4.2- Métodos.....	<i>28</i>
a- Perda de Massa Fresca.....	<i>28</i>
b- Sólidos Solúveis Totais (SST).....	<i>28</i>
c- Acidez Total Titulável (ATT).....	<i>28</i>
d- pH.....	<i>29</i>
e- Extração e determinação de compostos fenólicos.....	<i>29</i>
f- Avaliação das modificações externas e internas.....	<i>29</i>
Extração das Enzimas	
a- POD solúvel e PPO.....	<i>30</i>

b- POD ligada.....	30
c- PME.....	30
Determinação das Atividades Enzimáticas	
a- POD solúvel e ligada.....	31
b- PPO.....	31
c- PME.....	31
4.3- Análise Estatística.....	32
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1- Aparência Externa e Interna.....	34
5.2- Perda de Massa Fresca.....	42
5.3- Sólidos Solúveis Totais (SST).....	46
5.4- Acidez Total Titulável e pH.....	51
5.5- Compostos Fenólicos Totais.....	58
5.6- Polifenoloxidase (PPO).....	63
5.7- Peroxidase Solúvel (POD sol).....	67
5.8- Peroxidase Ligada (POD lig).....	70
5.9- Pectinametilesterase (PME).....	73
6- CORRELAÇÕES.....	79
7. CONCLUSÃO.....	91
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
APÊNDICE.....	108

ABREVIATURAS

cv .	Cultivar
UR	Umidade Relativa
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PVC.	Cloreto de polivinila
SST.	Sólidos solúveis totais
ATT.	Acidez total titulável
CFT.	Compostos fenólicos totais
TMS.	Temperatura mínima de segurança
PPO.	Polifenoxidase
POD.	Peroxidase
POD sol.	Peroxidase solúvel
POD lig.	Peroxidase ligada
CAT.	Catalase
SOD.	Superóxido dismutase
PME.	Pectinametilesterase
PG.	Poligalacturonase
PAL.	Fenilalanina amonia-liase
HSP.	Heat shock protein
ACC.	Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico
CaCl ₂ .	Cloreto de cálcio
NaCl.	Cloreto de sódio
H ₂ O ₂ .	Peróxido de hidrogênio
NaOH.	Hidróxido de sódio
O ₂ ⁻ .	Ânion superóxido
OH ⁻ .	Radical hidroxila
OECD.	Organization for Economic Cooperation and Development
µm.	Micrômetro
g.	Gramas
mL.	Mililitros

rpm.	Rotações por minuto
min.	Minutos
nm.	Nanômetros
UA.	Unidades de atividade
UAE.	Unidade de atividade enzimática
°C.	Graus Celsius
TA.	Armazenamento à temperatura ambiente
AI.	Aparência interna
AE.	Aparência Externa
PP.	Perda de peso
CTA.	Frutos controle armazenados à temperatura ambiente
C15.	Frutos controle armazenados a 15 ± 1 °C
C8.	Frutos controle armazenados a 8 ± 1 °C
15 SE.	Frutos tratados hidrotermicamente e armazenados a 15 ± 1 °C sem embalagem
15 CE.	Frutos tratados hidrotermicamente e armazenados a 15 ± 1 °C em filme de PVC
8 SE.	Frutos tratados hidrotermicamente e armazenados a 8 ± 1 °C sem embalagem
8 CE.	Frutos tratados hidrotermicamente e armazenados a 8 ± 1 °C em filme de PVC.
mRNA.	RNA mensageiro
r^2 .	Coeficiente de determinação
r.	Correlação

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01	Possível mecanismo de ação das HSPs (Heat Shock Proteins)	21
02 A	Gráfico Box-Plot da avaliação da aparência externa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	36
02 B	Gráfico Box-Plot da avaliação da aparência interna de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	36
03	Avaliação da aparência externa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	40
04	Avaliação da aparência interna de frutos de atemóia var. “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	40
05	Box-Plot representando a perda de peso (%) apresentada pelos frutos de atemóia “Thompson” submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	43
06	Evolução da de perda de peso em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes	45
07	Box-Plot representando o conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos de atemóia “Thompson” submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	47
08	Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	50
09	Box-Plot representando a acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) apresentada pelos frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante armazenamento sob diferentes temperaturas	53

10	Box-Plot representando o pH da polpa dos frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante o armazenamento sob diferentes temperaturas	54
11	Evolução da acidez total titulável (ATT) expressa em mg de ácido cítrico/100g de polpa em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	56
12	Evolução do pH em polpa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	56
13	Box-Plot representando o conteúdo de compostos fenólicos totais (mg/g de polpa) apresentado por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	59
14A	Evolução do conteúdo de compostos fenólicos totais em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	61
14B	Evolução do conteúdo de compostos fenólicos totais em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	61
15	Box-Plot representando a atividade enzimática de PPO (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	64
16	Evolução da atividade de polifenoloxidase (PPO) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	66
17	Box-Plot representando a atividade enzimática de POD solúvel (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	67
18	Evolução da atividade de peroxidase solúvel (POD sol) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.	69

19	Box-Plot representando a atividade enzimática de POD ligada (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	71
20	Evolução da atividade de peroxidase ligada (POD lig) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.	72
21	Box-Plot representando a atividade enzimática de PME (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas	74
22	Evolução da atividade de PME em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.	76
23	Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e PPO nos frutos CTA.	81
24	Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e POD solúvel nos frutos CTA.	82
25	Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e compostos fenólicos totais nos frutos CTA.	82
26	Representação gráfica da forte correlação entre PPO e compostos fenólicos totais nos frutos CTA.	82
27	Representação gráfica da forte correlação entre POD solúvel e compostos fenólicos totais nos frutos CTA.	83
28	Representação gráfica da forte correlação entre POD ligada e PME nos frutos CTA.	83
29	Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos frutos CTA.	83
30	Representação gráfica da forte correlação entre Aparência Interna e PPO nos frutos C15.	85
31	Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos	85

- frutos C15.
- 32 Representação gráfica da forte correlação entre POD ligada e PME nos frutos 15 SE. 87
- 33 Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos frutos 15 SE. 87
- 34 Representação gráfica da forte correlação entre PPO e compostos fenólicos totais nos frutos 15 SE. 88

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01 A	Tempo de armazenamento* para condições apropriadas à comercialização de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas (dias).	35
01 B	Análise descritiva da aparência externa e interna de frutos de atemóia var. “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	109
02	Avaliação da aparência externa e interna de frutos de atemóia var. “Thompon” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	110
03	Análise descritiva da perda de peso (%) apresentada durante armazenamento em diferentes temperaturas de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.	111
04	Avaliação da porcentagem de perda de peso apresentada por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante o armazenamento sob diferentes temperaturas.	111
05	Análise descritiva do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix)* durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.	112
06	Avaliação do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) apresentado nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	112
07	Análise descritiva do pH e acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.	113

08	Avaliação da acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) e pH nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	114
09	Análise descritiva do conteúdo de compostos fenólicos totais (mg/g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.	115
10	Avaliação do conteúdo de compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g de polpa) apresentado nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	115
11	Análise descritiva da atividade enzimática de polifenoloxidase (PPO) expressa em UA/g de polpa durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.	116
12	Avaliação da atividade de polifenoloxidase, PPO, (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	116
13	Análise descritiva da atividade enzimática de peroxidase solúvel, PODsol (UA/g de polpa), durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas.	117
14	Avaliação da atividade de peroxidase solúvel, POD sol, (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.	117
15	Análise descritiva da atividade enzimática de peroxidase ligada, POD lig (UA/g de polpa), durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas.	118
16	Avaliação da atividade de peroxidase ligada, POD lig, (UA/g de	118

- polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.
- 17 Análise descritiva da atividade enzimática de pectinametilesterase, PME (UA/g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas. 119
- 18 Avaliação da atividade de pectinametilesterase, PME (UA/g de polpa), em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas. 119

LISTA DE FOTOS

Foto		Página
01	Aparência externa dos frutos de atemóia “Thompson” no início do experimento (dia 0).	120
02A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 3º dia de armazenamento.	120
02B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 3º dia de armazenamento.	120
02C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 3º dia de armazenamento.	120
02D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 3º dia de armazenamento.	120
02E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 3º dia de armazenamento.	120
02F	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 3º dia de armazenamento.	120
02G	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 3º dia de armazenamento.	120
03A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 6º dia de armazenamento.	120
03B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 6º dia de armazenamento.	120
03C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 6º dia de armazenamento.	120
03D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 6º dia de armazenamento.	120
03E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 6º dia de armazenamento.	120
03F	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 6º dia de armazenamento.	120

03G	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 6 ^o dia de armazenamento.	120
04A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04F	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 9 ^o dia de armazenamento.	120
04G	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 9 ^o dia de armazenamento.	120
05A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 12 ^o dia de armazenamento.	121
05B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 12 ^o dia de armazenamento.	121
05C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 12 ^o dia de armazenamento.	121
05D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 12 ^o dia de armazenamento.	121
05E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 12 ^o dia de armazenamento.	121
05F	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 12 ^o dia de armazenamento.	121
06A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 15 ^o dia de armazenamento.	121

06B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 15 ^o dia de armazenamento.	121
06C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 15 ^o dia de armazenamento.	121
06D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 15 ^o dia de armazenamento.	121
06E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 15 ^o dia de armazenamento.	121
07A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 18 ^o dia de armazenamento.	121
07B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 18 ^o dia de armazenamento.	121
07C	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 18 ^o dia de armazenamento.	121
07D	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 18 ^o dia de armazenamento.	121
07E	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 18 ^o dia de armazenamento.	121
08A	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 21 ^o dia de armazenamento.	121
08B	Aparência externa dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 18 ^o dia de armazenamento.	121
09	Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no início do experimento (dia 0).	122
10A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 3 ^o dia de armazenamento.	122
10B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 3 ^o dia de armazenamento.	122
10C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 3 ^o dia de armazenamento.	122

10D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 3 ^o dia de armazenamento.	122
10E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 3 ^o dia de armazenamento.	122
10F	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 3 ^o dia de armazenamento.	122
10G	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 3 ^o dia de armazenamento.	122
11A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11F	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 6 ^o dia de armazenamento.	122
11G	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 6 ^o dia de armazenamento.	122
12A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” CTA no 9 ^o dia de armazenamento.	123
12B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 9 ^o dia de armazenamento.	123
12C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 9 ^o dia de armazenamento.	123
12D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 9 ^o dia de armazenamento.	123

12E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 9º dia de armazenamento.	123
12F	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 9º dia de armazenamento.	123
12G	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 9º dia de armazenamento.	123
13A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C15 no 12º dia de armazenamento.	123
13B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 12º dia de armazenamento.	123
13C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 12º dia de armazenamento.	123
13D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 12º dia de armazenamento.	123
13E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 12º dia de armazenamento.	123
13F	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 12º dia de armazenamento.	123
14A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 15º dia de armazenamento.	124
14B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 15º dia de armazenamento.	124
14C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 15º dia de armazenamento.	124
14D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 15º dia de armazenamento.	124
14E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 15º dia de armazenamento.	124
15A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 18º dia de armazenamento.	124

15B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 SE no 18 ^o dia de armazenamento.	124
15C	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” C8 no 18 ^o dia de armazenamento.	124
15D	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 18 ^o dia de armazenamento.	124
15E	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 SE no 18 ^o dia de armazenamento.	124
16A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 21 ^o dia de armazenamento.	124
16B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 21 ^o dia de armazenamento.	124
17A	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 15 CE no 24 ^o dia de armazenamento.	124
17B	Aparência interna dos frutos dos frutos de atemóia “Thompson” 8 CE no 24 ^o dia de armazenamento.	124

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ATEMÓIA cv. “THOMPSON”

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento hidrotérmico associado ou não ao uso de embalagem de PVC na conservação de frutos de atemóia cv. “Thompson” armazenados sob diferentes temperaturas. A atemóia é um fruto climatérico que apresenta curta vida pós-colheita quando armazenada sob temperatura ambiente e susceptível a desordens fisiológicas quando da exposição a determinadas temperaturas de refrigeração. Tratamentos térmicos têm sido utilizados como adjuvantes ao armazenamento refrigerado fazendo com que o fruto suporte a ação do armazenamento a baixas temperaturas por um maior período de tempo. Os frutos de atemóia foram tratados hidrotérmicamente a 40°C por 20 minutos, seguido de armazenamento a 15°C e 8°C, com e sem embalagem de PVC. Frutos controle, sem tratamento e embalagem, foram armazenados a 15°C, 8°C e à temperatura ambiente. No início do armazenamento e a cada três dias avaliou-se a aparência externa e interna dos frutos, as características físico-químicas e alterações de atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) solúvel e ligada e pectinametilesterase (PME). O tratamento hidrotérmico apresentou efeito negativo sobre a aparência externa dos frutos armazenados a 8°C sem embalagem, porém, quando associado à embalagem de PVC contribuiu para a manutenção da aparência externa durante o período total do armazenamento dos frutos a 15 e 8°C. A temperatura de 8°C inibiu a atividade de PPO durante o armazenamento. A atividade da peroxidase ligada manteve-se superior nos frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e embalagem. O tratamento hidrotérmico não teve influência sobre o tempo de armazenamento dos frutos, ao contrário da embalagem, que o prolongou. A temperatura de 15°C duplicou o tempo de armazenamento e a temperatura de 8°C praticamente o triplicou.

POSTHARVEST CONSERVATION OF ATEMOYA FRUITS cv. "THOMPSON"

SUMMARY

The aim of this work was to investigate the effect of hydrothermal treatment associated or not with PVC film in the conservation of atemoya cv. "Thompson" fruits stored at different temperatures. Atemoya is a climacteric fruit that presents a short postharvest shelf life when stored under room temperatures and susceptible a physiological disorders when exposed to certain refrigeration temperatures. Thermal treatments have been used as adjuvants to low temperatures storage doing fruits support the action of low temperatures for a longer period of time. Atemoya fruits were dipped at 40°C for 20 minutes, followed by storage at 15°C and 8°C, with and without PVC packaging. Control fruits, without any treatment and packaging, were stored at 15°C, 8°C and room temperature. Fruits were analyzed on the initial storage point and evaluated every three days to the external and internal appearance, physico-chemical changes and activity of the enzymes: polyphenol oxidase (PPO), membrane bound and soluble peroxidase (POD) and pectin methyl esterase (PME). Hydrothermal treatment presented negative effect on fruits external appearance, when stored at 8°C without packaging, but associated with PVC packaging contributed for the maintenance of external appearance during the total period of storage at 15 and 8°C. Temperature of 8°C inhibited PPO activity during storage. Membrane bound peroxidase activity remained higher in fruits stored at 8°C, regardless hydrothermal treatment and packaging. The hydrothermal treatment had no influence on fruits storage period, while PVC packaging prolonged it. The temperature of 15°C doubled the storage time and temperature of 8°C almost tripled it.

1. INTRODUÇÃO

A cada ano inúmeras pesquisas evidenciam a importância dos frutos na dieta humana e seus benefícios à saúde e prevenção de diversas enfermidades (MC DERMOTT, 2000; OMS; FAO, 2003; YAO et al., 2004; TOMÁS-BARBERAN; ESPÍN, 2001). Como resultado, observa-se um aumento mundial no consumo desses produtos e a crescente oferta de frutos 'in natura' no mercado (SILVA, 1996; LEITE, 1997; NASCENTE, 2007). Esta tendência é de extrema importância para o Brasil por se destacar na diversidade de frutos produzidos; por outro lado, o fato de ser um país onde os índices de perdas pós-colheita atingem até 50%, na dependência do fruto, deixa claro as dificuldades enfrentadas para a conservação desses produtos (BARROSO; MACAU, 2004, BORDIN, 1998; VIGNEAULT et al, 2002).

A alta perecibilidade dos frutos, devido à continuidade dos processos metabólicos na fase pós-colheita, juntamente com procedimentos inadequados aplicados à colheita, assim como ao transporte e armazenamento são os principais fatores responsáveis pelo comprometimento da qualidade desses produtos. Atualmente, existem diversas técnicas usadas para prolongar a vida pós-colheita dos frutos, dentre as quais se destacam: o armazenamento refrigerado, o uso de atmosfera modificada e/ou controlada, tratamentos térmicos, dentre outros. (CARVALHO et al., 2001; FALLIK, 2004; LIMA, 2000; MELO et al., 2002). Nesse sentido, o desenvolvimento e adoção de técnicas na pós-colheita tem sido de fundamental importância para adequar os diferentes frutos às exigências do mercado interno e externo, e explorar brechas nesses, no momento em que se reduz a oferta em relação aos países concorrentes (PEROSA; PIERRE, 2002); assim como facilitar

a logística do envio de frutos a localidades mais distantes no próprio país e abastecer regularmente o mercado interno durante os períodos de entressafra.

A oferta cada dia mais diversificada de frutos e preços decrescentes tornou o mercado muito mais competitivo, com um consumo também diversificado e muito sensível às variações de preço e qualidade. Para sobreviver neste quadro os produtores demandam cada vez mais inovações tecnológicas que alterem a sazonalidade, reduzam custos e melhorem a qualidade de seus produtos (PEREZ, 2006). Por outro lado, qualquer que seja a técnica utilizada na pós-colheita não acarretará em melhora na qualidade inicial do produto, mas sim e no máximo, a manterá; sendo que o potencial de conservação de um fruto está diretamente relacionado, não só com o manejo adequado após a colheita, mas também, com as condições climáticas durante a produção e as práticas culturais adotadas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Como diferentes espécies e cultivares apresentam comportamento distinto frente aos diferentes tratamentos, é necessário estudar as técnicas utilizadas na pós-colheita e adequar cada uma delas aos diferentes tipos de frutos, assim como um conhecimento de sua influência nos diferentes processos metabólicos.

A atemóia é um fruto climatérico que apresenta uma curta vida pós-colheita quando armazenada sob temperatura ambiente e susceptível a uma série de desordens fisiológicas quando da exposição a temperaturas de refrigeração (BROWN et al, 1988; BATEN, 1990; YAMASHITA et al., 2002). Apesar de alguns poucos estudos publicados sobre sua conservação pós-colheita, os dados presentes na literatura são ainda muito escassos, o que justifica a necessidade de maior número de pesquisas, principalmente sobre as variedades comerciais, haja vista que

a produção desse fruto vem demonstrando grande crescimento e despertando cada vez mais interesse dos produtores por se tratar de um produto nobre e de grande valor comercial (EBDA, 2006).

Alternativas para a diminuição de perdas deste fruto estariam concentradas na redução da temperatura, na aplicação de ceras e outras coberturas, além de embalagens constituídas de diferentes tipos de filmes (MOSCA, 2002, YAMASHITA et al., 2002). Pesquisas recentes têm demonstrado que a aplicação de altas temperaturas, tratamento conhecido como condicionamento térmico, é uma técnica não química promissora para uso na pós-colheita e têm demonstrado efeitos benéficos na redução da incidência de danos por insetos e controle de doenças, além de contribuição para a redução das injúrias causadas pelo frio em diversos frutos tratados, e subseqüentemente armazenados sob baixas temperaturas (SABEHAT et al., 1996; FERGUSON et al., 2000, WOOLF et al., 2004; RODRIGUEZ et al., 2005).

Nesse aspecto, e no sentido de trazer uma contribuição a um maior e melhor entendimento dos processos pós-colheita de atemóia, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do condicionamento térmico e o uso de embalagem no armazenamento de frutos de atemóia sob diferentes temperaturas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características Gerais

A família *Annonaceae* constitui-se por 132 gêneros e 2300 espécies (JESSUP, 1988), dos quais dois gêneros recebem notória importância na fruticultura, *Rollinia* e *Annona*. No gênero *Rollinia* nenhuma das espécies é explorada comercialmente, mas muitas são apreciadas regionalmente, como na região amazônica (KAVATI, 1992); já no gênero *Annona* estão agrupadas as principais espécies cultivadas, as quais se distribuem em cinco grupos, sendo os mais importantes o “Guanabani” e o “Attae”. O primeiro se refere ao grupo das gravioleiras, representado pela gravioleira (*Annona muricata* L.), a falsa gravioleira (*Annona montana* Macfad) e a anona do brejo (*Annona glabra* L.) e o segundo está representado pelas anonas comuns, como a fruta-da-condessa (*Annona reticulata* L.), a pinha (*A. squamosa* L.), a cherimóia (*A. cherimola* Mill.) e a atemóia (*A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.) (JUNIOR, 2007).

Dentre as espécies comerciais mais importantes no Brasil destacam-se a pinha e mais recentemente a atemóia, para o consumo “in natura”. A cherimóia, embora considerada um dos frutos mais saborosos do mundo, requer condições de clima muito específico para seu cultivo, estando no Brasil restrito apenas a algumas regiões no estado de São Paulo. A anonácea com maior potencial de industrialização é a graviola, utilizada principalmente na produção de polpa para várias finalidades. (JUNIOR, 2007).

Embora existam diversos híbridos de interesse nos gêneros *Annona* e *Rollinia*, o mais difundido no mundo parece ser a atemóia, sendo bastante conhecida na Oceania e América do Sul (MARTINS et al., 1987).

A atemóia (*Annona squamosa* X *Annona cherimola*) é um fruto híbrido derivado do cruzamento entre um fruto tropical, a fruta-do-conde ou ata (*Annona squamosa*), muito cultivada no Brasil e em regiões de clima quente, e um fruto subtropical, a cherimóia (*Annona cherimola*), nativa das regiões andinas do Chile, Peru, Bolívia, Equador e em locais de clima ameno (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). Sua origem data de 1908, quando o primeiro cruzamento artificial foi realizado no “United States Department of Agriculture’s Subtropical Laboratory”, em Miami (MORTON, 1987). O resultado foi um fruto mais resistente às condições tropicais, com bastante polpa, poucas sementes e de casca mais regular, que herdou o apreciado sabor da cherimóia e apresentou qualidade superior à fruta-do-conde (SIMÃO, 1998). Durante um longo período houve certo desinteresse pelo fruto, porém, na década de 1940, foram iniciados, em Israel, estudos visando padronizar sua propagação (MORTON, 1987).

No Brasil, há relatos de que, em 1950, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) introduziu o fruto no estado de São Paulo visando avaliar seu comportamento (TOKUNAGA, 2000). Hoje, há diversas variedades do fruto, sendo que as mais encontradas são: Thompson, Pink’s Mammoth, Gefner, African Pride, QAS e PR. Uma pesquisa realizada no entreposto do CEAGESP -SP junto a atacadistas de atemóia aponta como variedades mais comercializadas a Thompson e Gefner (Dados fornecidos pelo CEAGESP – SP).

A capacidade de adaptação da *Annona cherimola* em temperaturas mais baixas e da *Annona squamosa* em temperaturas mais elevadas gerou um fruto com maior amplitude térmica para a adaptação. No Brasil, as culturas de atemóia encontram-se localizadas em pontos com diferentes características climáticas, isto é,

englobam desde regiões tropicais, com temperaturas médias anuais entre 20 e 25°C, a regiões subtropicais e tropicais de altitude, com temperaturas médias abaixo de 20°C. Há referências de que as temperaturas ideais para a fase de desenvolvimento da Atemóia são: mínima entre 13 e 20°C e máxima entre 22 e 32°C (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). De acordo com informações do Engenheiro Agrônomo Helio Satoshi Watanabe, do Centro de Qualidade em Horticultura (CQH) do CEAGESP – SP, mais de 70% das Atemóias comercializadas no país provém do estado de São Paulo, seguido do Paraná, Minas Gerais e Bahia, no entanto, a cultura experimenta expansão cada vez maior, motivada pelo valor de mercado do fruto e seu potencial para exportação. A área atualmente cultivada no Brasil é reduzida, aproximadamente 1000 ha, concentrada nas regiões Sudeste e Sul. Por outro lado, pesquisas para o desenvolvimento tecnológico dessa cultura e propagação para outros estados estão sendo realizadas (EBDA, 2006).

Os diferentes cultivares de Atemóia apresentam características próprias de peso, carpelos, polpa, sabor, o que faz com que cada fruto tenha um comportamento distinto no amadurecimento (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). Frutos de Atemóia apresentam, durante o amadurecimento, separação dos carpelos, podendo ocorrer rachaduras no fruto. Paull (1996) reporta que o número de rachaduras na Atemóia aumenta com o pico respiratório, produção de etileno, aumento na concentração de sólidos solúveis, perda de peso, diminuição na circunferência do fruto e diâmetro do pedúnculo. O autor sugere que mudanças na pressão osmótica e turgor, relacionados à produção de açúcares neutros durante o amadurecimento, causam uma movimentação de água resultando em rachaduras, o que poderia ser evitado reduzindo-se a perda de água pelo uso de ceras e/ou embalagens.

Quando na planta, os frutos de atemóia enegrecem se expostos à incidência direta dos raios solares ou a temperaturas inferiores a 10° C (TOKUNAGA, 2000), e, pelo fato de ser um fruto muito sensível ao frio, seu armazenamento a baixas temperaturas tem como conseqüências o escurecimento da casca e da polpa e a perda do aroma e do sabor (BROWN et al., 1988; MORTON, 1987; BATEN, 1990), o que dificulta ou mesmo impossibilita o envio dos frutos aos centros consumidores mais distantes.

Dentre os fatores de desvalorização dos frutos de atemóia, obtidos junto aos atacadistas do CEAGESP, os principais são: frutos manchados, muito maduros e mal formados, sendo que acima de 45% da desvalorização ocorre devido às manchas escuras na casca (dados não publicados). Yamashita et al. (2002) também citam como principais problemas para a comercialização dos frutos de atemóia o rápido escurecimento da casca e o amolecimento da polpa.

Batten (1990) verificou que a variedade "African Pride" apresentou temperatura ótima de armazenamento entre 8 e 12°C por um período de 6 dias. Após este período, os frutos amadureceram entre 3 a 4 dias a 20°C sem apresentar qualquer sintoma de injúria. Por outro lado, frutos armazenados à 4°C e alta umidade relativa desenvolveram sintomas de "chilling", caracterizados por escurecimento da casca no segundo dia, tornando-se impróprios para comercialização, muito embora o sabor não tenha sofrido alteração após 5 dias de estocagem na mesma temperatura. Em outro estudo, Yamashita et al. (2002) utilizaram atemóias da variedade PR3 embaladas em filme PD-955, permeável a diferentes gases, ou filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), e posterior armazenagem a 15 e 25°C. Aqueles embalados em PD-955 e armazenados a 15°C apresentaram um aumento de 30% na vida de

prateleira comparados ao controle, sem embalagem, e aos frutos embalados em PEBD.

Revestimentos à base de gelatina, para a modificação da atmosfera, reduziram a atividade metabólica de atemóias “PR-2” armazenadas a 15°C, sendo que concentrações de 3 e 4% de gelatina estenderam a vida de prateleira dos frutos e concentrações acima de 4% causaram injúria fisiológica (FARINHA, 2000).

Mosca (2002) estudou o armazenamento de frutos de atemóia cv. “Gefner” a 15,5°C e 85-90% UR embalados em diferentes tipos de filme plástico, polietileno de baixa densidade (PEBD), cloreto de polivinila (PVC) e polietileno com absorvedor de etileno (Veg Bag). Frutos sem embalagem atingiram ponto de consumo no 12º dia, enquanto que os embalados em PEBD no 15º dia e os embalados em PVC no 21º dia, quando apresentaram teor aproximado de 20º Brix. Frutos embalados em Veg Bag conservaram-se por 24 dias, mas não atingiram ponto de maturação comercial. Embora os filmes não tenham influenciado a evolução da acidez total titulável, os frutos acondicionados em PVC alcançaram a maior relação SST/ATT, e por esse motivo, segundo o autor, seriam aqueles que desenvolveram melhor sabor.

2.2. Tratamentos Pós-Colheita

Diversos tratamentos podem ser utilizados com o propósito de prolongar a vida útil dos frutos e contribuir para a redução das perdas pós-colheita. A eficiência dos tratamentos depende de muitos fatores, como espécie e cultivar vegetal e, principalmente, das operações realizadas antes e durante a colheita (SEYMOUR et al, 1993; SILVA, 1996; KLUGE et al., 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.2.1. Refrigeração

O armazenamento sob refrigeração é uma das técnicas mais utilizadas para evitar a perda de frutos na pós-colheita. A temperatura recebe destacada importância no controle da vida útil de frutos e vegetais por exercer influência direta sobre o processo respiratório. Além da influência sobre a respiração, o controle da temperatura também reduz todas as reações metabólicas uma vez que através do processo respiratório é gerada a energia necessária para a síntese de enzimas, constituintes da membrana celular dentre outros produtos sintetizados durante o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SALUNKHE et al., 1991, SEYMOUR et al, 1993).

O conhecimento da tolerância ao frio da espécie a ser trabalhada é indispensável e estratégico para o planejamento das etapas e obtenção de melhores resultados durante o período de armazenamento. Todo fruto possui uma temperatura mínima limite a partir da qual podem surgir alterações sensoriais irreversíveis, amadurecimento deficiente e alterações fisiológicas, com conseqüências na sua qualidade. Essa temperatura é denominada “temperatura crítica” ou “temperatura mínima de segurança (TMS)”. Além disso, também possui uma temperatura a partir da qual o tecido é congelado (WANG, 1994; KLUGE et al, 2002).

O dano pelo frio, conhecido como “chilling injury”, ocorre quando o produto é armazenado abaixo da TMS e acima da temperatura de congelamento, sendo bastante comum durante o armazenamento refrigerado de produtos tropicais e alguns subtropicais. Este distúrbio fisiológico leva ao surgimento de uma série de sintomas, como: depressões superficiais de coloração escura, descoloração da casca e/ou polpa, alterações metabólicas no amadurecimento, murchamento e perda

de textura, perda de sabor e apodrecimento, como já demonstrado para diversos vegetais (NERES et al., 2004; NGUYEN et al., 2003; PÉREZ-TELLO et al., 2001; THÉ et al., 2001; YAMASHITA et al., 2002).

Como resposta primária à exposição abaixo da sua TMS, estudos demonstram a ocorrência de alterações na membrana celular dos frutos, que, posteriormente, pode se refletir em maiores conseqüências à sua estrutura e permeabilidade, predispondo a ocorrência de diversas alterações metabólicas (WANG, 1994, NISHIBA; MURATA, 1996), numa dependência do grau da exposição. Segundo Gómez-Galindo et al. (2004) temperaturas baixas induzem modificações nos lipídios da membrana, passando de um estado líquido-cristalino para sólido-gel, o que leva a um aumento de sua permeabilidade, o que favorece o intercambio de íons. Marangoni et al (1996) admitem que esta área é ainda controversa e que estudos sugerem que as membranas de espécies sensíveis ao “chilling” sofrem alterações nas propriedades biofísicas relacionadas a sua composição e que levam a alterações de sua funcionalidade.

Nesse processo um acúmulo excessivo de espécies reativas de oxigênio, tais como: $O_2^{\cdot -}$, H_2O_2 , OH^{\cdot} , podem ser gerados durante a exposição, o que passa a induzir a peroxidação de lipídeos e conseqüente estímulo à deterioração da membrana, um evento típico de estresse celular (LURIE, 2003).

Melões do cv. “Kalakusai” desenvolveram alto índice de injúria pelo frio quando armazenados durante 10 semanas a 1°C, seguidos de 1 semana a 16°C. Frutos do cv. “New Queen” apresentaram sintomas de injúria após 3 semanas de armazenamento a 5°C seguido de 1 semana a 22-24°C, ao contrário, os cultivares “Kalakusai” e “8601” não desenvolveram sintomas de injúria nessa temperatura.

Segundo os autores a temperatura ótima de armazenamento varia de acordo com o cultivar e época de colheita, sendo que as temperaturas que resultaram em menor desenvolvimento de podridões e melhores características para comercialização foram: 3°C por 10 semanas, 5°C por 7 semanas e 7°C por 3 semanas para os cultivares “Kalakusai”, “8601” e “New Queen”, respectivamente (YANG et al, 2003).

Nguyen et al. (2003) observaram sintomas severos de danos pelo frio em bananas de dois cultivares armazenadas a 6°C e 85% UR. Os frutos apresentaram início de descoloração da casca a partir do 3^o dia, sendo que no 9^o dia a casca apresentava-se totalmente escura, e, após a transferência dos frutos para a temperatura ambiente esses apresentaram amadurecimento anormal. Os mesmos frutos armazenados a 10°C não apresentaram danos no tecido até o 6^o dia de armazenamento, com leves sintomas no 12^o dia, que se intensificaram vagarosamente. Frutos de carambola apresentaram sintomas de injúria pelo frio quando armazenados a 2 e 10°C e 85-90% UR, sendo que nos frutos armazenados a 2°C os sintomas foram mais intensos. Após 30 dias de armazenamento a 2°C aproximadamente 70% dos frutos apresentaram escurecimento das nervuras, depressões na superfície e dessecação da casca (PÉREZ-TELLO et al., 2001).

Sintomas associados à descoloração que resultam do desenvolvimento da injúria pelo frio em frutos e vegetais, estão freqüentemente associados às alterações no metabolismo secundário e em especial na via dos compostos fenólicos (ROBARDS, 1999, CONCELÓN et al., 2004; HISAMINATO et al., 2001). Como possíveis manifestações ao “chilling” pode-se observar o aumento da atividade das enzimas oxidativas, como polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD), fenilalanina amonea liase (PAL), entre outras (PARKING et al., 1989).

No escurecimento enzimático os ácidos fenólicos representam os principais substratos utilizados pela PPO com reflexos nas alterações de cor do vegetal, na qualidade e, conseqüentemente, nas suas propriedades nutricionais (VAMOS-VIGYAZO, 1981; ZAWISTOWSKI et al., 1991; HISAMINATO et al., 2001; DOGAN et al., 2005). O aumento da permeabilidade da membrana celular, causado pela exposição do fruto a baixas temperaturas, é um dos fatores que contribui para um maior contato entre enzima-substrato, acarretando no escurecimento do tecido (MARANGONI et al., 1990).

Estudos indicam uma possível ação sinérgica entre PPO e POD no escurecimento enzimático (ROBARDS, 1999; RICHARD-FORGET; GAUILLARD, 1997), mas este fato ainda é bastante discutível. A POD apresenta um papel importante no tecido vegetal por ser responsável pelo catabolismo de peróxidos (H_2O_2), no entanto, quando exposta ao frio intermitente, a POD do vegetal altera sua ação, passando esses a apresentar sintomas de “chilling” (LURIE, 2003).

Abacaxis de dois cultivares armazenados durante três semanas a 13°C e uma semana a 25°C apresentaram no final atividade elevada de PPO, coincidindo com o desenvolvimento de sintomas de escurecimento interno. Frutos armazenados durante o mesmo período a 25°C não desenvolveram esses sintomas. Os autores não observaram correlação entre o escurecimento dos frutos e atividade de POD (ZHOU et al., 2002). Por outro lado, El-Hilali et al. (2003) relatam a ocorrência de alta correlação entre o desenvolvimento de desordens por “chilling” e o aumento da atividade de POD na casca de tangerinas “Fortuna”. Pérez-Tello et al. (2001) observaram uma possível relação entre as atividades de PPO e POD e o desenvolvimento de sintomas de “chilling” em carambolas armazenadas a 2°C.

Da família das anonáceas, frutos de pinha armazenados a 10°C apresentaram sintomas de injúria pelo frio a partir do 6º dia de armazenamento caracterizados por manchas escuras no pericarpo que se intensificaram com o decorrer do período experimental. Mesmo com a qualidade externa comprometida, os frutos mantidos a 10°C conservaram qualidade interna satisfatória até o 12º dia, sem qualquer manifestação de escurecimento da polpa (GUIMARÃES et al., 2003).

Atemóias da variedade “African Pride” apresentaram alto grau de escurecimento da casca em 2 dias como consequência do armazenamento a 4°C e alta umidade relativa, o que os tornou impróprios para comercialização (BATEN, 1990).

Análises ultraestruturais em frutos de cherimóia armazenados a 4°C por seis dias demonstraram que o sistema das membranas celulares foi severamente danificado, resultando em perda da compartimentalização celular, por outro lado, os grãos de amido não sofreram degradação e as paredes celulares permaneceram intactas (GUTIÉRREZ et al., 1992).

Quando o armazenamento refrigerado é utilizado na conservação de frutos o controle da umidade relativa do ar (UR) é indispensável. A UR no ambiente de armazenamento do fruto regula sua intensidade de transpiração, no entanto, deve ser mantida alta para a manutenção da turgescência do fruto (CARVALHO, 2002). O ideal é que a UR se mantenha em torno de 85 a 95%, de acordo com o fruto a ser armazenado, e que durante o período de armazenamento seja mantida constante, bem como a manutenção da temperatura, sendo que, a circulação e renovação do ar no interior da câmara também são de extrema importância (KADER, 1992). Embora o armazenamento refrigerado seja o método de conservação mais utilizado para

prolongar a vida útil de frutos demonstrando bons resultados quando utilizado sozinho, é bastante comum o uso de outras técnicas para aprimorar seus benefícios, quando somente as baixas temperaturas não são suficientes para a manutenção da qualidade e aumento da vida útil do vegetal.

2.2.2. Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada é um procedimento muito utilizado para a manutenção da qualidade de frutos e tem como princípio a modificação da composição do ar atmosférico que circunda o vegetal com o objetivo da diminuição da intensidade de seus processos metabólicos (KADER et al., 1989; SALUNKHE et al., 1991; CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com esses autores os benefícios gerados pelo uso da atmosfera modificada podem ser aprimorados quando esta for associada ao armazenamento refrigerado. A associação dessas duas tecnologias contribui positivamente para o retardo das modificações decorrentes do processo de amadurecimento pelo maior tempo possível, possibilitando assim uma maior vida útil pós-colheita.

Diversos tipos de películas podem ser utilizadas no armazenamento dos vegetais, de forma que a modificação da atmosfera ocorra gradualmente com o decorrer da estocagem, devido à ação do produto, principalmente pelo processo de respiração, e à permeabilidade da película. (KADER et al., 1989). Estratégias utilizadas para modificar a atmosfera do fruto retardam a respiração, a perda de clorofila, a perda de umidade, o escurecimento enzimático e o amadurecimento, além de exercer efeito sobre a síntese de etileno, uma vez que sua síntese e ação

requerem oxigênio (SARANTOPÓULOS, 1999; KLUGE et al, 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005; TEIXEIRA et al., 2007).

Atualmente, diversos filmes poliméricos são indicados para a embalagem de verduras e frutos, os quais, devido à composição variada, apresentam características particulares quanto às propriedades de resistência, flexibilidade, espessura, permeabilidade a gases e ao vapor d'água (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Produtos à base de cera de carnaúba, além de películas protetoras, como película de fécula de mandioca (VICENTINI et al., 1999; DAMASCENO et al., 2003), e ésteres de sacarose também estão sendo usados (KLUGE; MINAMI, 1997).

Qualquer que seja a película utilizada o ideal é que ela reduza a concentração de O₂ a níveis suficientemente baixos para retardar o processo respiratório, sem permitir a respiração anaeróbia e impedir o acúmulo de CO₂ em níveis que provoquem distúrbios fisiológicos (SARANTOPÓULOS, 1999). Portanto, a escolha do tipo de filme é fundamental para o êxito do armazenamento, uma vez que a embalagem deve manter a atmosfera protetora durante o maior tempo possível para se obter a vida útil máxima, sem propiciar atmosfera tóxica ao produto (SALVEIT, 2003).

As dificuldades em se encontrar ótimas condições de atmosfera para um determinado fruto são inúmeras, pois as diferentes espécies e cultivares apresentam comportamento respiratório, produção de etileno, O₂ e CO₂ distintos e os diferentes filmes apresentam perfil de permeabilidade diferente ao O₂, CO₂ e vapor d'água (SALVEIT, 2003).

Dentre os filmes mais usados comercialmente encontram-se os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) com diferentes espessuras, que apresentam

boas características de permeabilidade, os filmes poliolefinicos simples ou coextrusados, por apresentarem elevada taxa de permeabilidade ao O₂ e ao CO₂ e boas propriedades de barreira ao vapor d'água, bem como os filmes de PVC, que são mais delgados e cerca de duas vezes mais permeáveis que os de PEBD (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

De acordo com Cia et al. (2006) o uso de filmes multicamada poliolefinico (PO) de 58- μ m e polietileno de baixa densidade (PEBD) de 50- μ m retardaram o processo de amadurecimento de caquis cv. 'Fuyu', prolongando o armazenamento dos frutos por 84 dias a 1°C/90% UR. Neves et al. (2004) verificaram o efeito de embalagens de PEBD, com diferentes espessuras, no prolongamento da vida útil pós-colheita de carambola cv 'Golden Star', constatando maior firmeza de polpa e acidez total titulável, melhor padrão de coloração, menor conteúdo de sólidos solúveis totais, ausência de manchas e podridões e melhor aceitabilidade nos frutos embalados em filme de 10 μ m de espessura.

Frutos de pinha embalados em filme de PVC de 10 μ m e armazenados a 12°C apresentaram uma vida pós-colheita estimada em torno de 12 dias, quando os frutos mantidos a 16°C encontravam-se com polpa escurecida e amolecida e qualidade externa comprometida pelo grau de murchamento, estando impróprios para comercialização (GUIMARÃES et al., 2003). Frutos de pinha embalados em filme de PVC e armazenados a 20°C e 90% UR apresentaram no 8º dia de armazenamento mais de 50% da casca com manchas escuras e abertura dos carpelos. Embora a perda de água tenha sido controlada durante todo o armazenamento, ao 10º dia os

frutos não se encontravam mais em condições de consumo (SANTIAGO et al., 2002).

O uso de filme PEBD de 0,05mm de espessura mostrou-se efetivo em amenizar os sintomas de “chilling” em carambolas armazenadas a 10 °C. Segundo os autores, isso pode ser atribuído em parte pela manutenção da firmeza do tecido e supressão das atividades das enzimas que modificam parede celular, como β -galactosidase e pectinametilesterase (ALI et al., 2004).

Frutos de atemóia “PR3” embalados em filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) não amadureceram e desenvolveram ‘off-flavours’ durante armazenamento a 15 e 25 °C. Segundo os autores, o desenvolvimento de atmosfera tóxica ao redor dos frutos provavelmente afetou o metabolismo normal desses. No mesmo experimento, frutos embalados em filme PD-955, permeável a diferentes gases, e armazenados a 15 °C por 17 dias, amadureceram após 1 dia a 25 °C. Frutos controle, não embalados, e armazenados sob a mesma temperatura apresentaram vida útil de 13 dias (YAMASHITA et al., 2002). O uso de substâncias absorvedoras de gases tem também sido utilizado no interior das embalagens com diferente ação sobre o comportamento dos frutos no armazenamento. Cherimóias do cultivar “Fino de Jete” embaladas em filme de polietileno com incorporação de zeolite, um absorvedor de etileno, preservaram suas qualidades químicas e físicas, conservando-se apropriados para consumo após quatro semanas de armazenamento a 12 °C, enquanto os frutos controle, sem embalagem, conservaram-se no máximo por duas semanas (MELO et al., 2002).

Berinjelas do cultivar “Money Maker N° 2” embaladas em PEBD perfurado perderam a qualidade comercial após 9 dias de armazenamento a 0°C. Uma leve descoloração da casca foi observada a partir do 2º dia de armazenamento, sendo que no 6º dia, observações indicaram discreta corrosão da casca e escurecimento das sementes. No experimento, a porcentagem de extravasamento de eletrólitos celulares foi utilizada como um meio indireto para expressar danos à membrana. Nos frutos a 0°C essa porcentagem de extravasamento duplicou após seis dias de armazenamento, fato que coincidiu com o aumento dos sintomas de “chilling” e escurecimento da polpa, o que, segundo os autores, indica um possível início de ruptura de algumas estruturas celulares e da membrana, o que foi confirmado por imagens obtidas por microscopia de transmissão de elétron, pelo registro da presença de materiais celulares dispersos no citoplasma devido à ruptura das membranas e organelas (CONCELLÓN et al., 2007).

2.2.3. Condicionamento Térmico

Tratamentos térmicos têm sido, em tempos recentes, utilizados como adjuvantes ao armazenamento refrigerado e podem ser realizados por imersão do produto em água quente e/ou uso de ar quente por curtos períodos, antes da exposição do produto à baixa temperatura (FERGUSON, 2000; FALLIK, 2004). Esses tratamentos, também conhecidos como condicionamento térmico, visam diferentes objetivos, desde a redução da incidência de danos por insetos, controle de doenças, assim como modificação das respostas dos frutos a outros tipos de estresse, tais como a temperatura e também para a manutenção de sua qualidade geral no armazenamento (LURIE, 1998; FALLIK, 2004; RODRIGUEZ et al., 2005). A

influência do tratamento térmico pós-colheita sobre o amadurecimento do fruto é dependente de fatores como: termo-tolerância, transferência de calor, temperatura e duração da exposição, espécie, cultivar, tamanho e características morfológicas do fruto e estágio de maturação (PAULL; CHEN, 2000). Os principais parâmetros determinantes da eficiência do tratamento a quente estão relacionados ao tanque de tratamento, a unidade trocadora de calor do produto, ao sistema de circulação de água e ao controle da temperatura (FALLIK, 2004). A exposição dos frutos a temperaturas menores ou iguais a 40-42°C, tem demonstrado acarretar o aumento da vida de prateleira com melhora na qualidade (LURIE, 1998; PAULL; CHEN, 2000).

A resposta ao choque pela temperatura é manifestada na maioria dos organismos como uma indução na síntese de algumas proteínas como resultado do aquecimento (heat shock proteins – HSPs) (Figura 00). Apesar desse mecanismo não ter sido ainda muito bem demonstrado em plantas, existem alguns exemplos onde a expressão do gene das HSPs e a síntese de proteínas estarem associados à exposição de várias partes da planta a altas temperaturas, inclusive os frutos (FERGUSON, 2000, LURIE, 1998).

Zhang et al (2005) relatam que o pré-tratamento a quente (38°C/10h) de uvas anterior ao armazenamento dos frutos sob condições de estresse (-2°C) induziu a um aumento na expressão da HSP 70 no tecido, o que ocorreu paralelamente a um decréscimo do extravasamento de solutos e eletrólitos das células. Os resultados sugerem que o pré-tratamento pode ter conferido tolerância ao “chilling” pelo acúmulo de HSP 70 na forma transcrita. No estudo a indução na síntese dos genes da HSP 70 ocorreu antes do aumento das atividades de catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (POD). Além disso, após 72 h de estresse pela

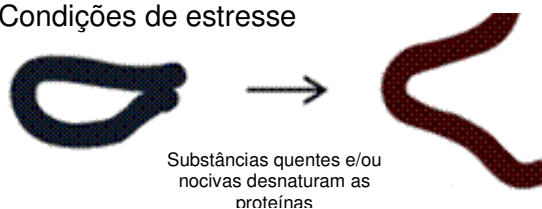
temperatura, os níveis de expressão da HSP 70 foram notavelmente diminuídos e acompanhados por baixas atividades de CAT e POD, e também pela desagregação das organelas celulares. Segundo os autores, esses resultados demonstram que a HSP 70 pode estar relacionada com a expressão gênica das enzimas antioxidantes em geral e a regulação da tolerância ao “chilling”. No entanto, o papel detalhado da HSP 70 nessa tolerância é ainda desconhecido.

O uso de temperaturas elevadas está relacionado também às manifestações fisiológicas que dizem respeito a mudanças na membrana celular, taxa respiratória, produção de etileno, metabolismo da clorofila e carotenóides, produção de voláteis e no metabolismo dos ácidos nucléicos (PAULL; CHEN, 2000). Os tratamentos térmicos contribuem para a manutenção da estabilidade da membrana celular e podem suprimir a atividade das enzimas oxidativas, como polifenoxidase (PPO), peroxidase (POD), e fenilalanina amonia-liase (PAL), fazendo com que o fruto suporte a ação de baixas temperaturas por um maior período de tempo (WANG, 1993).

Esses tratamentos podem também inibir temporariamente a síntese de algumas enzimas como, por exemplo, a ACC sintase, responsável pela produção do ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC), precursor imediato do etileno. Com isso, o pico de produção de etileno é retardado e a velocidade de amadurecimento em frutos climatéricos é reduzida (ZHOU et al., 2002).

COMO AS HSPs TRABALHAM

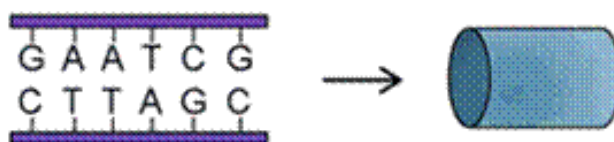
1- Condições de estresse



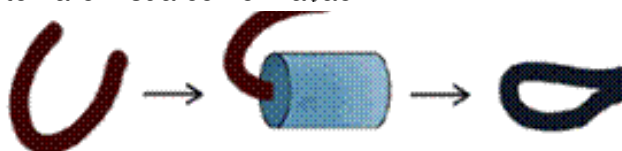
2- Proteínas desnaturadas são detectadas



3- HSPs são produzidas



4- HSPs ajudam as proteínas desnaturadas a retomarem sua conformação



Substâncias quentes e/ou nocivas desnaturam as proteínas, fazendo com que percam sua conformação. Uma vez que as proteínas perdem sua conformação original, não é possível que as mesmas exerçam sua função adequadamente. Quando as proteínas desnaturadas são detectadas pela célula, as HSPs são produzidas. A partir de sua produção, as HSPs irão agir como soldados moleculares, ajudando as proteínas a retomarem sua conformação original.

Figura 01. Possível mecanismo de ação das HSPs (Heat Shock Proteins). Adaptado de GELDANAMYCIN (2007).

Alterações no amadurecimento do fruto após tratamentos térmicos podem ser divididas em dois tipos. No primeiro, é entendida como uma resposta celular normal ao estresse que leva a uma modificação na sensibilidade ao “chilling”, reduzindo a velocidade de amadurecimento. No segundo, a resposta ocorre quando um limiar de estresse é excedido e a habilidade da célula para se recuperar é perdida (PAULL; CHEN, 2000). No entanto, deve-se avaliar as características do fruto para que alterações irreversíveis no tecido não ocorram.

O condicionamento térmico (52°C/2min, 55°C/1min, 60°C/1min) reduziu significativamente a deterioração pós-colheita de Tangerinas ‘Satsuma’ sem influência nos outros parâmetros de qualidade dos frutos, como perda de peso, acidez titulável, pH, firmeza, coloração externa e conteúdo de sólidos solúveis totais (HONG et al., 2007). O tratamento hidrotérmico (52°C/3min) seguido de armazenamento a 2°C mostrou-se benéfico na redução dos danos por “chilling”, desenvolvimento de fungos e melhora da qualidade visual de frutos de cactus (*Opuntia ficus indica*) de duas variedades. Segundo os autores os frutos das duas variedades podem ser transportados por via aérea a 2°C após serem submetidos ao tratamento térmico e uma das variedades pode ser transportada por um período de quatro semanas em navio refrigerado, facilitando assim sua oferta em locais mais distantes (RODRIGUEZ et al., 2005).

A combinação do tratamento hidrotérmico a temperaturas médias (46°C/25 min) e atmosfera modificada com embalagem em saco de polietileno demonstrou sucesso na manutenção da qualidade de pêssegos e nectarinas relativamente maduros durante manuseio pós-colheita (MALAKOU; NANOS, 2005). Abacaxis “Smooth Cayenne” foram tratados hidrotermicamente a 38 e 40°C com 2% de CaCl₂

por 10 ou 20 minutos e armazenados a 9°C por 15 dias, seguidos de 7 dias sob temperatura ambiente; as avaliações demonstraram que o tratamento, independente do tempo de imersão, reduziu o índice de escurecimento interno, e conferiu menor atividade das enzimas PPO, POD e PAL, além de reduzir o teor de compostos fenólicos na polpa (GONÇALVES et al., 2000).

Goiabas “Pedro Sato” submetidas ao tratamento hidrotérmico na presença de cloreto de cálcio apresentaram menores teores de pectina solúvel e atividades mais baixas de pectinametilesterase e poligalacturonase, promovendo amaciamento menos intenso e mantendo a firmeza dos frutos durante o período de armazenamento (XISTO et al. 2004).

Atemóias cv “Gefner” tratadas hidrotermicamente (40°C/20 min) com 6% de CaCl₂ e armazenadas a 4°C apresentaram coloração de polpa clara ao 8º dia de armazenamento, quando os frutos tratados e armazenados sob temperatura ambiente apresentaram índices de escurecimento que comprometiam sua comercialização. No mesmo experimento, os autores constataram que a alta concentração de CaCl₂ afetou negativamente a aparência dos frutos, mas os resultados observados para a concentração de ácido ascórbico e atividade de PPO sugerem um alto potencial antioxidante dos frutos armazenados a 4°C, dependente do tratamento e da temperatura de armazenamento (dados não publicados).

O pré-tratamento de pêssegos cv “Flavorcrest” a 39°C/24 h associado ao armazenamento sob atmosfera controlada (5% O₂ + 15% CO₂ ou 5% O₂ + 20% CO₂) aumentou o amaciamento dos frutos durante amadurecimento a 0°C. Frutos tratados termicamente e armazenados à temperatura de 0°C em atmosfera ambiente (ar) não

apresentaram amaciamento normal quando armazenados por 4 semanas. (MURRAY et al., 2007).

Há na literatura poucos estudos sobre o estabelecimento de condições que venham a reduzir perdas pós-colheita de variedades de atemóia, necessitando, por isso, de maiores investigações. A avaliação das mudanças que ocorrem nos frutos em função de tratamentos pós-colheita e de variadas condições de armazenamento pode resultar no estabelecimento de métodos de controle.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Gerais

Avaliar o efeito do tratamento hidrotérmico em frutos de atemóia, cv. Thompson, associado ou não ao uso de embalagem e sob diferentes condições de armazenamento.

3.2. Objetivos Específicos

Verificar o efeito do tratamento hidrotérmico a 40 °C/20 min associado ou não à embalagem de PVC de 10µm na evolução do amadurecimento do fruto nas temperaturas de 8 ± 1 e 15 ± 1 °C, utilizando-se as seguintes análises: perda de massa fresca, sólidos solúveis totais, pH, compostos fenólicos totais e acidez total titulável.

Verificar o efeito dos tratamentos nas alterações de atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) solúvel e ligada e pectinametilesterase (PME).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Atemóias da variedade “Thompson” utilizadas no estudo foram provenientes da Cooperativa Agropecuária do Alto Parnaíba (COOPADAP), localizada no município de São Gotardo – MG. O município possui clima tropical de altitude estando a 1055 m, latitude 19°18'39" S e longitude 46°2'56" O.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturidade fisiológica durante a safra de junho de 2006 e transportados diretamente para o Laboratório de Bioquímica de Alimentos, Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Unesp, FCF, Campus de Araraquara. No laboratório os frutos foram selecionados quanto a uniformidade e imersos em solução de 0,1% de hipoclorito de sódio por 5 minutos, para desinfecção, seguidos de secagem ao ar. Após secos os frutos foram divididos em 7 grupos homogêneos.

4.1.1. Tratamentos e condições de armazenamento

Os tratamentos utilizados no estudo foram:

- **Controle TA (CTA):** frutos sem tratamento e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido, à temperatura ambiente (22–25,3 °C e 60±10% UR)
- **Controle a 8 °C (C8):** frutos sem tratamento e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido, à temperatura de 8±1 °C e umidade relativa controlada (70-80%).
- **Controle a 15 °C (C15):** frutos sem tratamento e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido, à temperatura de 15 ± 1 °C e umidade relativa controlada (70-80%).

- **Grupo 1 (8 SE):** imersão em água à temperatura de 40°C por 20 min e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido e sem embalagem, à temperatura de $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa controlada (70-80%)
- **Grupo 2 (8 CE):** imersão em água à temperatura de 40°C por 20 min e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido envolvidos com filme de PVC de 10 μm , à temperatura de $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa controlada (70-80%).
- **Grupo 3 (15 SE):** imersão em água à temperatura de 40°C por 20 min e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido sem embalagem, à temperatura de $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa controlada (70-80%).
- **Grupo 4 (15 CE):** imersão em água à temperatura de 40°C por 20 min e armazenados, em bandejas de poliestireno expandido envolvidos com filme de PVC de 10 μm , à temperatura de $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa controlada (70-80%).

Após receberem os respectivos tratamentos, os frutos foram numerados, pesados e embalados em número de três em bandejas de poliestireno expandido (isopor) e armazenados conforme descrito acima. A evolução do armazenamento foi acompanhada a cada três dias, onde três frutos de cada tratamento eram retirados da condição de armazenamento, pesados e utilizados para as análises: determinação de perda de massa fresca, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH e compostos fenólicos totais; extração e determinação de atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD), solúvel e ligada, e pectinametilesterase (PME). Durante a evolução do armazenamento, para cada ponto e em cada condição

de estudo, observações das modificações externas e internas associadas às diferentes condições de tratamento foram realizadas.

Os frutos submetidos aos tratamentos descritos foram avaliados, nos diferentes parâmetros descritos, até que os mesmos se tornassem impróprios para comercialização.

4.2. Métodos

a) Perda de massa fresca

Determinada percentualmente pela diferença entre o peso inicial do fruto e o observado nos diferentes intervalos de amostragem. Utilizou-se uma balança digital com capacidade para 1000g e precisão de 0,1g.

b) Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de SST foi determinado em gotas extraídas da polpa triturada por compressão em gaze e quantificado por refratometria de acordo com método AOAC (1995), à temperatura de 20°C.

c) Acidez Total Titulável (ATT)

Determinada de acordo com método AOAC (1995) utilizando-se 5g da polpa diluída em 50 mL de água destilada seguido de titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1 M, tendo como indicador a fenolftaleína. O resultado foi expresso em gramas de ácido cítrico por 100g de amostra.

d) pH

Determinado diretamente na polpa do fruto homogeneizada, usando-se potenciômetro digital, marca Tecnal, com leituras em triplicata.

e) Extração e determinação de compostos fenólicos:

Os compostos fenólicos foram extraídos de alíquotas de 2-3 g de polpa com 10 mL da mistura de acetona:água (70:30), seguido de agitação por 60 minutos e filtração a vácuo, sempre na ausência de luz. A quantificação foi efetuada pelo método colorimétrico com reagente de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), revisado por Simonovska et al (2003), utilizando-se uma curva analítica de ácido gálico (1-30 µg).

f) Avaliação das modificações externas e internas dos frutos durante o experimento

Realizada conforme Baten (1990), para frutos de cherimóia, de acordo com “Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)” Australiano – escala para “custard apples”. A adoção dessa avaliação se fez necessária pela ausência de um padrão definido comercialmente para atemóia.

As avaliações foram feitas com notas variando de 1 a 5, sendo que:

- Aparência externa: 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 indicavam frutos impróprios para comercialização.

- Aparência interna: 1 = polpa bastante escurecida, amarronzada, 3 = polpa levemente escurecida e 5 = polpa sem descoloração (extremamente clara).
Notas < 3 indicavam frutos comercialmente inaceitáveis.

Extração das enzimas

a) POD solúvel e PPO

Amostras de 20g de polpa eram homogeneizadas em 40 mL de tampão fosfato de potássio 0,1M, pH 6,0, a 4°C. O homogenato foi centrifugado a 8000 rpm/40 min em centrífuga refrigerada à 4°C. O sobrenadante recolhido era utilizado para determinar a atividade enzimática e proteínas.

b) POD ligada:

Extraída a partir do resíduo obtido da extração da POD solúvel de acordo com Neves (2002), utilizando-se solução 1M de NaCl em tampão fosfato de potássio 0,1M, pH 6,0, a 4°C. O material era mantido em agitação mecânica “overnight” em banho de gelo, seguido de centrifugação a 8000 rpm/40 min em centrífuga refrigerada. O sobrenadante recolhido era utilizado para determinar a atividade enzimática e proteínas.

c) PME

Amostras de 20g de polpa eram homogeneizadas em 40 mL de tampão fosfato de potássio 0,05 M, pH 7,5, contendo NaCl 1M e à 4°C. O homogenato foi centrifugado a 8000 rpm/40 min em centrífuga refrigerada à 4°C. O sobrenadante foi utilizado para determinar a atividade enzimática e proteínas.

Determinação das atividades enzimáticas

a) POD solúvel e ligada

Determinadas de acordo com método adotado por Neves; Lourenço (1998) utilizando-se o-dianisidina e H₂O₂ como substratos. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a diferença de 0,001 unidade de absorvância a 460 nm por minuto sob as condições de ensaio.

b) PPO

Determinada de acordo com método adotado por Lourenço et al. (1992) utilizando-se como substrato 4-metilcatecol 0,1M e tampão citrato-fosfato pH 6,5. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a diferença de 0,001 unidade de absorvância a 400 nm por minuto sob as condições de ensaio.

c) PME

Determinada por método titrimétrico conforme Kerstesz (1955). A unidade de atividade foi definida como a quantidade de enzima capaz de liberar 1µmol de éster hidrolisado por minuto nas condições de ensaio e calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{UA (unidades de atividade/mL)} = \frac{(\text{mL NaOH}) (\text{molaridade NaOH}) (1000)}{(\text{tempo}) (\text{mL amostra})}$$

4.3. Análise Estatística

O primeiro passo foi fazer uma análise descritiva de cada uma das variáveis: PME, PPO, POD solúvel, POD ligada, ATT, pH, SST, compostos fenólicos totais, perda de peso, aparência externa e aparência interna.

Após essa etapa, com a média dos resultados de cada dia, foram feitas representações gráficas do comportamento de cada variável durante os dias em que os frutos de cada tratamento sobreviveram. Pelo fato de não atenderem às suposições de normalidade e homocedasticidade dos resíduos os dados foram analisados por métodos estatísticos não-paramétricos para comparar o efeito dos tratamentos em cada variável. O teste inicial foi o de Kruskal-Wallis e, quando necessário, prosseguiu-se com a análise de comparações múltiplas pelo teste de Dunn, ambos com nível de significância de 5%.

Para uma análise visual do comportamento de cada variável foram construídos gráficos Box-Plot, todos na mesma janela gráfica.

Com base na literatura algumas possíveis correlações poderiam existir, e, nesse caso, para todos os tratamentos calcularam-se as seguintes: 1. Aparência Interna versus PPO, POD solúvel, e composto fenólicos total; 2. PPO versus compostos fenólicos totais; 3. POD solúvel versus compostos fenólicos totais; 4. POD ligada versus compostos fenólicos totais; 5. SST versus ATT ; 6. POD ligada versus PME.

As correlações acima foram calculadas através da correlação de Pearson e foram divididas entre: Correlação leve (valor em módulo menor que 0,35), moderada (valor em módulo entre 0,36 até 0,75) e forte (valor em módulo maior que 0,76).

Para estudar o comportamento das correlações que se mostraram fortes foi usado o método da reta resistente. Este método é conhecido e usado porque, ao contrário do modelo de regressão, não é influenciado pelos pontos extremos, que são freqüentemente “outliers”. Esta técnica foi utilizada, pois a análise é não paramétrica e este método não exige suposição de normalidade e homocedasticidade dos resíduos do ajuste.

Os softwares utilizados para as análises foram: SAS 9.0, Minitab 13, Statistica 7 e Excel 2007.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Aparência Externa e Interna

A aparência externa é um dos principais parâmetros utilizados pelos consumidores no momento da compra de frutos. Dados obtidos junto aos atacadistas do CEAGESP – SP indicam que dentre os fatores de desvalorização dos frutos de atemóia os principais são: frutos manchados, muito maduros e mal formados, sendo que acima de 45% da desvalorização ocorre devido às manchas escuras na casca.

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

Na Tabela 01 A é apresentado o período de armazenamento total alcançado pelos frutos de cada tratamento, sem que os mesmos perdessem sua qualidade quanto à aparência externa e interna. Observa-se que a temperatura de 15°C, no mínimo, duplicou o tempo de armazenamento e a temperatura de 8°C quase triplicou este período. O tratamento térmico não exerceu influência sobre o tempo de armazenamento, ao contrário da embalagem, que prolongou este em 6 e 5 dias às temperaturas de 15 e 8°C, respectivamente.

Frutos de atemóia “Gefner” embalados ou não em PVC e armazenados a 15,5°C atingiram ponto de consumo no 15^o e 12^o dia de armazenamento, respectivamente, sendo que a embalagem em PVC conservou os frutos por 21 dias (Mosca, 2002).

Tabela 01 A. Tempo de armazenamento* para condições apropriadas à comercialização de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas (dias).

Tatamento	Temperatura de Armazenamento		
	TA**	15°C	8°C
	Dias		
Nenhum	6	12	16
40°C/20 min./sem embalagem	-	12	16
40°C/20 min./PVC 10µm	-	18	21

*De acordo com análise da aparência externa dos frutos (Tabela 2, apêndice)

**TA: armazenamento à temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR).

Frutos de atemóia PR-3 armazenados sem embalagem a 15°C apresentaram vida útil de 13 dias contra 17 dias para aqueles embalados com PD-955, filme com absorvedor de etileno. Após 21 dias a 15°C todos os frutos, embalados ou não, encontravam-se comercialmente inaceitáveis. Frutos sem embalagem amadureceram entre 4 e 5 dias a 25°C (YAMASHITA et al., 2002). Atemóias “Thompson” avaliadas neste estudo conservaram-se por 18 dias quando foram armazenadas a 15°C com embalagem, um dia a mais do que frutos da variedade “PR3” e três dias a menos do que frutos da variedade “Gefner” citados acima.

As Figuras 02 A e 02 B mostram que os frutos tratados hidrotérmicamente e armazenados em filme de PVC a 15 ou 8°C receberam notas médias para a aparência externa superiores aos frutos dos demais tratamentos. Em relação à aparência interna os frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento, apresentaram notas médias superiores. Observa-se também pela Figura 02 A que quando somente o tratamento hidrotérmico foi aplicado, observou-se efeito negativo na aparência externa dos frutos armazenados a 8°C e 15°C, em relação aos respectivos controles.

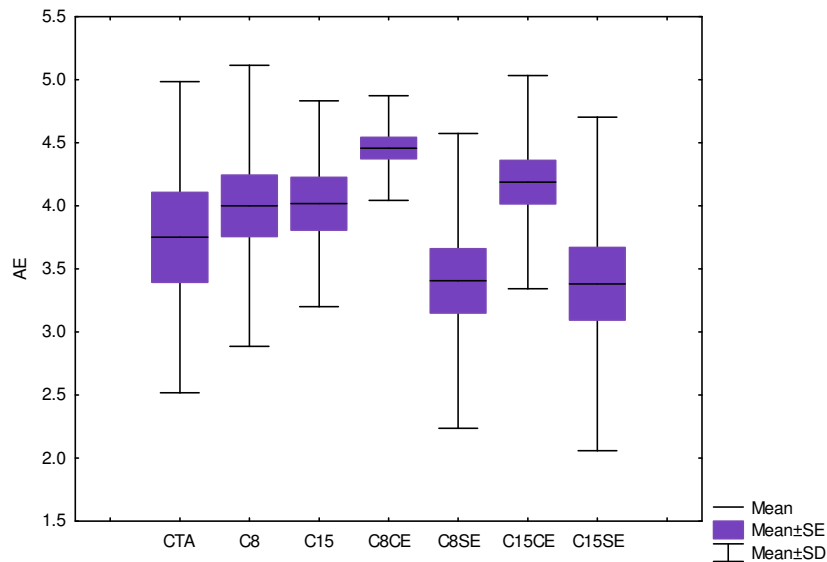


Figura 02 A. Gráfico Box-Plot da avaliação da aparência externa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p= 0,0102$). (AE = aparência externa).

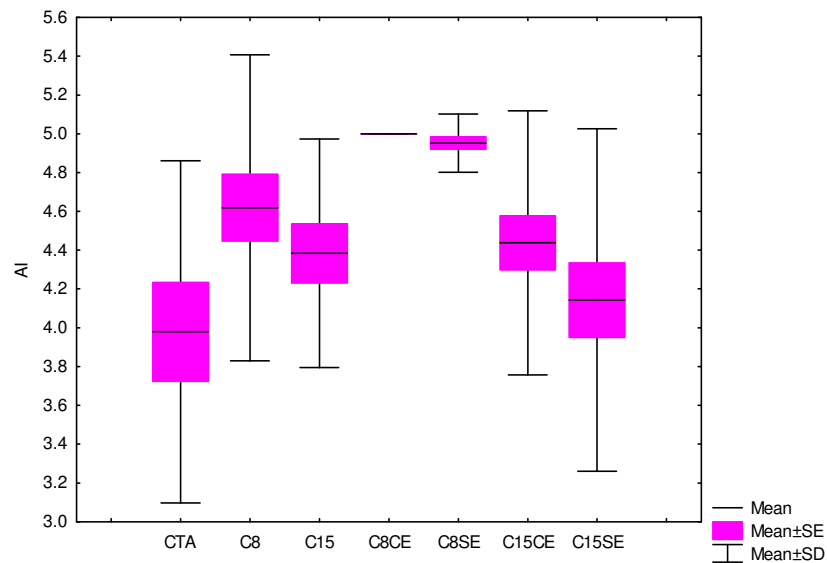


Figura 02 B. Gráfico Box-Plot da avaliação da aparência interna de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p< 0,0001$). (AI = aparência interna)

* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Os resultados obtidos nas avaliações de aparência externa e interna (Figuras 03 e 04 e Tabela 02 do apêndice), durante a evolução do armazenamento, demonstram que até o 3º dia de armazenamento, independente do tratamento, os frutos encontravam-se com ótima qualidade, apresentando diferenças estatísticas não significativas ao nível de 5% em relação às duas variáveis analisadas. Neste dia as avaliações mostram que os frutos de todos os tratamentos apresentavam coloração da casca mais de 80% sem manchas escuras e polpa extremamente clara (Fotos 02A a 02G do apêndice).

No 6º dia os frutos CTA já se encontravam maduros, com aroma bastante agradável, e macios ao corte, estando próprios ao consumo. A coloração da casca perdeu o brilho, no entanto permanecia 75% verde e alguns sinais de desidratação já eram notáveis; a polpa permanecia clara, porém, com tonalidade diferente e aspecto mais brilhante. Neste dia os frutos C15 apresentaram características externas bem semelhantes aos frutos CTA (Figura 03 e Tabela 02 no apêndice), consideradas estatisticamente iguais; embora se encontrassem mais firmes. Nos frutos 15 SE a coloração da casca mostrava-se 85% verde e tornava-se mais opaca; a polpa permanecia clara e modificações no aroma e na textura já podiam ser percebidas no momento do corte. Embora esses frutos já se encontrassem em condições de consumo ainda não estavam totalmente maduros e apresentavam-se mais resistentes ao corte comparados aos frutos CTA e C15. Frutos 8 SE, juntamente com frutos CTA e C15 começaram a desenvolver pequenas manchas escuras na casca a partir do 6º dia de armazenamento (Figura 03 e Fotos 03A a 03G do apêndice); apesar dessas manchas ainda não comprometerem a qualidade dos mesmos a

avaliação externa neste dia indicou diferenças estatísticas significativas quando comparados aos frutos C8, 8 CE e 15 CE (Figura 03 e Tabela 02 do apêndice).

Com base na escala adotada, a intensidade das manchas superficiais nos frutos CTA já comprometia sua comercialização no 9^o dia de armazenamento (Figura 03). Os frutos C15 e 15 SE se encontravam em condições comercializáveis no 12^o dia de armazenamento, mantendo-se macios ao corte e com aroma agradável, de acordo com as observações; após esse dia os frutos apresentavam qualidade visual comprometida (Figuras 03 e 04 e Tabela 02 do apêndice).

O uso do tratamento hidrotérmico seguido de armazenamento não evitou o desenvolvimento de manchas externas nos frutos 15 SE após 15 dias (Foto 06B do apêndice), enquanto o tratamento hidrotérmico associado à embalagem de PVC garantiu a manutenção da aparência externa dos frutos 15 CE até o 18^o dia de armazenamento (Figura 03 e Tabela 02 e Foto 07A do apêndice).

Frutos armazenados a 8°C não amadureceram e mantiveram-se resistentes ao corte durante todo o período em que foram avaliados. O tratamento hidrotérmico não exerceu influência quando utilizado sozinho nos frutos 8 SE, os quais atingiram índice de escurecimento externo limite (70%) antes dos frutos C8 (Figura 03). O tratamento hidrotérmico associado à embalagem permitiu que os frutos 8 CE não desenvolvessem manchas escuras na casca, mantendo uma ótima aparência até o 21^o dia de armazenamento (Figura 03, Tabela 02 do apêndice e Foto 08B do apêndice).

Com relação à aparência interna, até o 3^o dia de armazenamento a polpa dos frutos de todos os tratamentos apresentava-se extremamente clara e opaca (Figura 04 e Fotos 10A a 10G do apêndice). No 6^o dia frutos CTA, C15 e 15 SE

apresentavam polpa translúcida, sendo que, nos frutos CTA, esta encontrava-se com coloração levemente escurecida (Fotos 11A a 11G do apêndice). No 9^o dia de armazenamento, embora com índice de escurecimento interno ainda aceitável comercialmente, frutos CTA encontravam-se impróprios para venda, devido ao índice de escurecimento externo e avaliações sensoriais subjetivas realizadas em laboratório, como odor desagradável e perda de textura. Frutos armazenados a 15 °C com embalagem (15 CE) apresentaram manutenção da cor clara da polpa durante todo o armazenamento, embora algumas observações indicassem um amadurecimento incomum, devido a desuniformidade da polpa, que se apresentava translúcida, próximo à casca e ao pedúnculo, e mais opaca no centro (Fotos 15A e 16A do apêndice).

A temperatura de 8 °C exerceu efeito benéfico na manutenção da coloração clara da polpa dos frutos (Figura 04). Apenas ao 18^o dia os frutos C8 apresentaram diferenças estatísticas quando comparados aos frutos 8 SE e 8 CE, porém sem diferenças significativas entre frutos embalados ou não (Tabela 02 do apêndice). Embora os frutos 8 CE tenham apresentado coloração clara da polpa até o 21^o dia (Foto 16B do apêndice), observou-se o aparecimento de algumas manchas rosadas próximo às sementes no 24^o dia, o que pode ser atribuído à embalagem de PVC associado à baixa temperatura de armazenamento e tempo de exposição, uma vez que os frutos 15 CE não apresentaram sintomas parecidos durante o mesmo período (Fotos 17A e 17B do apêndice).

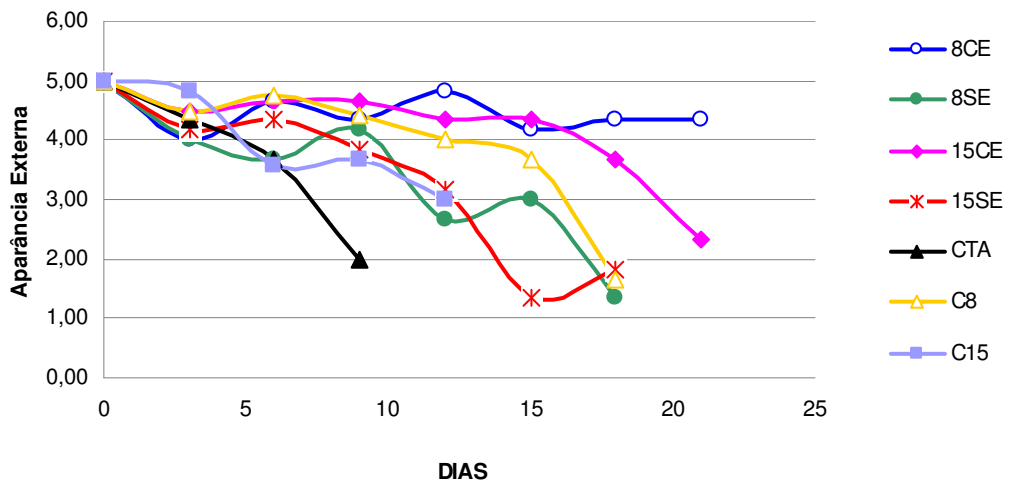


Figura 03. Avaliação da aparência externa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas. Notas variando de 1 a 5, onde: 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 = frutos impróprios para comercialização.

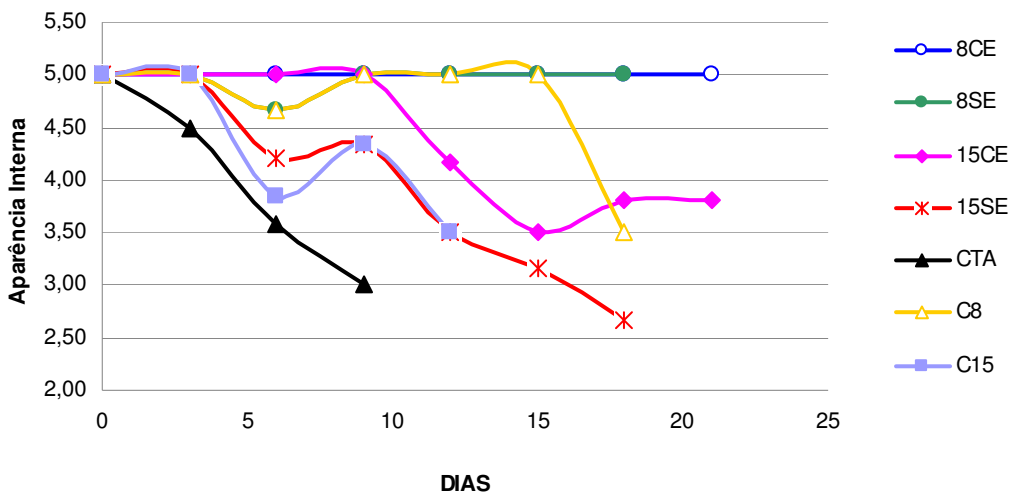


Figura 04. Avaliação da aparência interna de frutos de atemóia var. “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas. Notas variando de 1 a 5, onde: 1 = muito ruim, polpa escurecida, 3= leve descoloração e 5 = nenhuma descoloração, polpa extremamente clara. Notas < 3 = frutos comercialmente inaceitáveis.

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Wills et al. (1984) reportaram que frutos de atemóia armazenados a 15, 20 e 25 °C, sem embalagem, amadureceram após 8, 5 e 4 dias, respectivamente. Estudo realizado por Baten (1990) demonstra que atemóias cv. 'African Pride' armazenadas sem embalagem, a 16, 19 e 24 °C amadureceram após 8,8; 6,2 e 4,8 dias, respectivamente. O mesmo autor verificou que o armazenamento dos frutos a 8 °C e 12 °C por 5 e 6 dias, respectivamente; seguido de transferência dos frutos para a temperatura de 20 °C; resultou em um período de vida útil de 9 dias. O armazenamento a 12 °C por mais de 6 dias deteriorou a aparência externa e os frutos tiveram o 'flavor' afetado após 10 dias (observações realizadas com painel sensorial utilizando-se escala com 13 graduações), muito embora a aparência interna não apresentasse sinais de deterioração nesse período. No mesmo estudo, o armazenamento a 4 °C e 16 °C provocou deterioração da aparência externa após 2 e 6 dias, respectivamente; de acordo com o autor, esse comportamento deveu-se possivelmente à injúria pela temperatura. Por isso este sugere que a vida útil máxima dos frutos de atemóia cv. 'African Pride' parece ser limitada a aproximadamente 12 dias quando realizado apenas o controle da temperatura de armazenamento.

Atemóias cv. "African Pride" e "Q.A.S" embaladas em sacos de polietileno e armazenadas a 20 °C em atmosfera livre de etileno apresentaram aparência externa aceitável até 4 dias após o primeiro sinal de amaciamento por pressão manual, ocorrido no 7^o dia de armazenamento. Após o 11^o dia de armazenamento, a descoloração externa aumentou significativamente, e no 13^o dia a aparência e o índice de descoloração dos frutos encontravam-se em níveis inaceitáveis. Por outro lado, em nove dias a aparência da polpa foi classificada como inaceitável e decresceu significativamente. Segundo os autores isso ocorreu devido a mudança da

aparência da polpa de branca, opaca e firme para macia e translúcida com vários graus de escurecimento (BROWN et al., 1988).

Frutos de pinha embalados ou não em filme de PVC e armazenados a 16°C encontravam-se impróprios para comercialização ao 12º dia de armazenamento, quando apresentaram escurecimento e amolecimento da polpa e qualidade externa comprometida pelo grau de murchamento. Neste dia, os frutos embalados em filme de PVC apresentaram aparência interna superior aos não embalados. Frutos armazenados a 10°C apresentaram sintoma de injúria pelo frio a partir do 6º dia de armazenamento, caracterizado por manchas escuras no pericarpo que se intensificaram com o decorrer do período experimental. Mesmo com a qualidade externa comprometida, os frutos mantidos a 10°C mantiveram qualidade interna satisfatória até o 12º dia, sem qualquer manifestação de escurecimento da polpa ou qualquer outro dano caracterizado como injúria pelo frio, mesmo comportamento apresentado pelos frutos armazenados a 12°C (GUIMARÃES et al., 2003).

Atemóias do cultivar “Thompson”, neste estudo, quando tratadas hidrotérmicamente e embaladas em filme de PVC permaneceram comercializáveis até o 18º dia de armazenamento à 15°C; frutos sem embalagem permaneceram comercializáveis por 12 dias.

5.2. Perda de Massa Fresca

A perda de massa fresca apresentada pelos frutos no decorrer do armazenamento mostrou relação com a temperatura de armazenamento e uso de embalagem. Frutos armazenados a 15°C e a 8°C sem embalagem apresentaram perda média de peso aproximada 20 a 25% menor que os frutos CTA, enquanto os

frutos embalados, 15 CE e 8 CE, perda média aproximada 83 e 86% menor que os frutos CTA, respectivamente. Através do Box-Plot apresentado na Figura 05 é possível visualizar a grande diferença no comportamento apresentado pelos frutos 15 CE e 8 CE em relação aos frutos das outras condições de armazenamento. Se comparados aos respectivos controles, estes apresentaram perda média de peso 76% e 85% menor (Figura 05 e Tabela 03 do apêndice). A perda de massa fresca, por ser uma ocorrência de fácil percepção, exerce, juntamente com a aparência externa, grande influência no momento da comercialização dos frutos. Apesar de ocorrer naturalmente, quando atinge certo limiar, particular a cada variedade e cultivar, prejudica não somente a aparência como também a textura do fruto.

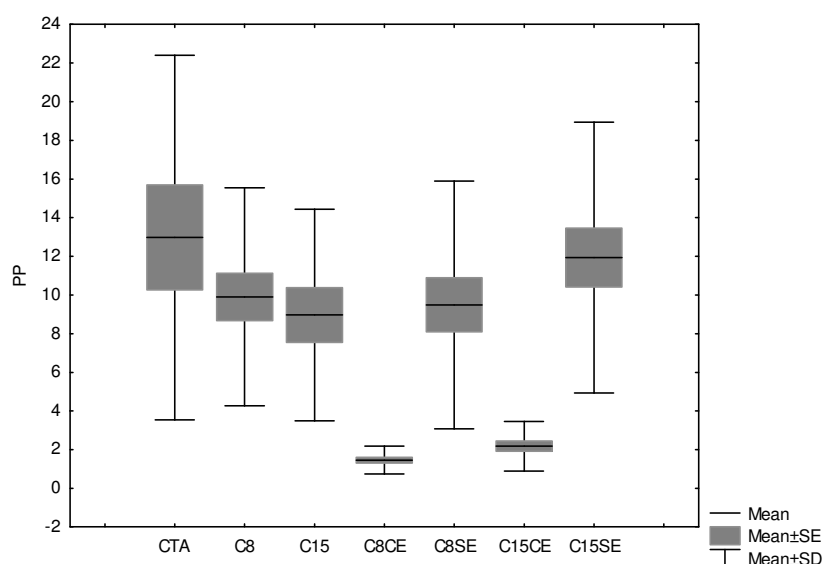


Figura 05. Box-Plot representando a perda de peso (%) apresentada pelos frutos de atemóia “Thompson” submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p < 0,0001$).

(PP = perda de peso). * **CTA**: controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15**: controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8**: controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE**: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE**: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE**: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE**: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

A Figura 06 mostra a evolução da perda de massa fresca apresentada pelos frutos dos diferentes tratamentos. Observa-se que a partir do 3^o dia de armazenamento as diferenças estatísticas entre os frutos embalados em PVC e os frutos não embalados já se mostravam marcantes e não apresentaram grandes modificações durante o período de armazenamento (Tabela 04 do apêndice). O armazenamento a 15 e a 8°C, independente da embalagem, também retardou significativamente a porcentagem de perda de massa dos frutos em relação aos frutos CTA, porém não apresentaram diferenças marcantes entre si em todo o período. Esses dados confirmam a eficiência do filme de PVC na manutenção da perda de água, fato que contribuiu para a manutenção da qualidade visual desses frutos, confirmado pelas avaliações de aparência relatadas acima.

De acordo com Ben-Yehoshua; Cameron (1989) a função principal da embalagem individual é reduzir o processo respiratório e a perda de água por transpiração e manter uma atmosfera com saturação apropriada de água, de forma a manter uma concentração gasosa no interior da embalagem que não seja injuriante e possa afetar o metabolismo normal do fruto.

Segundo Zagory e Kader (1988) os filmes plásticos reduzem sensivelmente a perda de massa dos frutos, retardando o amadurecimento e a elevação das taxas respiratórias, assim como reduzem a produção do etileno, atrasam o amolecimento e várias outras transformações bioquímicas.

Frutos de pinha armazenados com película de PVC a 20°C e 90% UR apresentaram retenção de água durante todo o armazenamento, sendo que no último período de avaliação, 10^o dia de armazenamento, registraram perda de 8,11%,

contra 32,12% de perda nos frutos controle, sem nenhum tratamento (SANTIAGO et al., 2002).

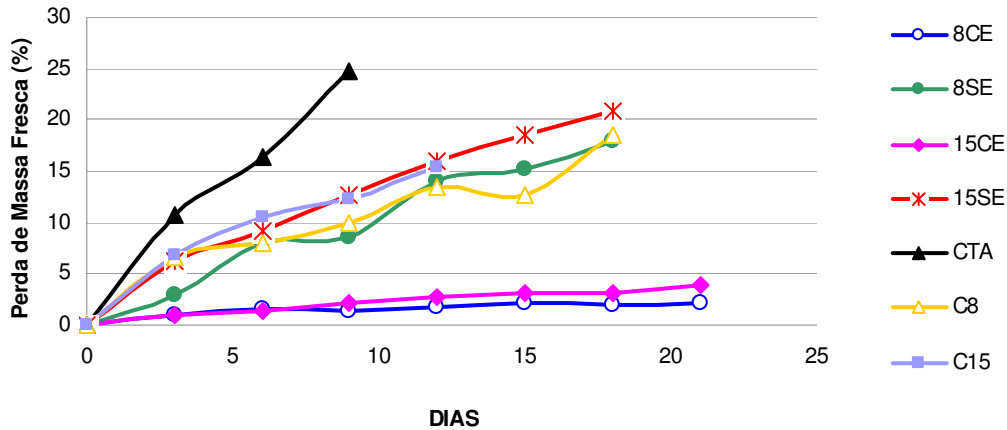


Figura 06. Evolução da de perda de massa fresca em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas. * **CTA**: controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15**: controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8**: controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Guimarães et al. (2003) relataram que frutos de pinha embalados em filme de PVC de 10 µm apresentaram taxas de perda de peso de 1,79%, 2,50% e 4,25% e os não embalados de 10,49%, 16,37% e 18,62% quando submetidos durante 12 dias às temperaturas de 10, 12 e 16 °C, respectivamente.

Cherimóias do cultivar “Fino de Jete” embaladas em filme de polietileno com incorporação de zeolite, mineral absorvedor de etileno, apresentaram perda de massa próxima a 0,3% ao final de quatro semanas de armazenamento a 12°C e 90-95% UR. Frutos controle, armazenados nas mesmas condições sem embalagem,

apresentaram crescente perda de massa, atingindo 11% no mesmo período (MELO et al., 2002).

Frutos de atemóia cv. Gefner armazenadas a 27 °C/85% UR perderam 17,11% de massa fresca em 9 dias de armazenamento, apresentando-se já impróprios ao consumo (MOSCA, 2002). Em nosso experimento para o mesmo período na temperatura ambiente (21-25 °C/70-85% UR), foi registrado perda de 24,47% de massa, porém, a 15 °C, pudemos registrar 12,68% de perda nos frutos armazenados sem embalagem e apenas 2,05% nos embalados.

5.3. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os sólidos solúveis totais correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na polpa dos frutos, tendo como principais constituintes os açúcares. Entre as transformações mais importantes que ocorrem nos frutos durante a maturação e amadurecimento incluem-se as observadas nos carboidratos, principalmente o amido, desempenhando um papel crítico na vida útil dos frutos e no desenvolvimento de qualidades como textura e adoçamento (SEYMOUR et al., 1993). Com a evolução da maturação a concentração de açúcares solúveis, como glicose, frutose e sacarose aumentam, podendo ocorrer posterior declínio em função de sua utilização como fonte de energia (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

O gráfico Box-Plot da Figura 07 mostra que aqueles frutos armazenados à 8 °C apresentaram durante o período de armazenamento conteúdo médio aproximado de sólidos solúveis totais 17% menor do que os frutos CTA, C15 e 15 SE, com diferenças menores em relação aos frutos 15 CE (Tabela 05 do apêndice).

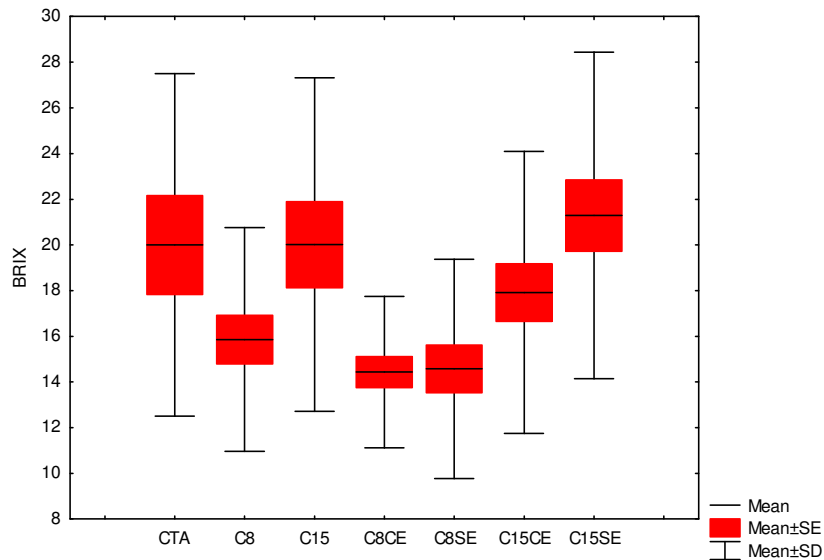


Figura 07. Box-Plot representando o conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos de atemóia “Thompson” submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p= 0,0004$). *CTA: controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); C15: controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; C8: controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; 15 SE: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; 15 CE: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; 8 SE: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e 8 CE: $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

A evolução de SST apresentada pelos frutos dos diferentes tratamentos durante o período de armazenamento pode ser observada na Figura 8. O conteúdo de SST aumentou progressivamente nos frutos de todos os tratamentos, com a diferença de que, nos frutos C8, 8 SE, 8 CE e 15 CE, este aumento ocorreu de forma mais lenta e atingiu valores inferiores.

Frutos CTA apresentaram aumento significativo de SST a partir do 3º dia e atingiram ponto de consumo no 6º dia de armazenamento, quando os frutos apresentaram teores próximos a $24,0^{\circ}$ Brix (Figura 08 e Tabela 06 do apêndice). Após este período o teor de SST continuou aumentando até o 9º dia, mas os frutos já não se encontravam aptos ao consumo.

O armazenamento a 15 e 8°C retardou a evolução de SST enquanto que o tratamento hidrotémico pareceu não exercer influência sobre esta variável, apenas quando associado à embalagem. Observa-se na Figura 08 (e Tabela 06 do apêndice) que os frutos 15 SE apresentaram evolução no teor de SST bastante semelhante aos frutos C15, com teores elevados a partir do 6^o dia de armazenamento, enquanto que nos frutos 15 CE, estes só foram alcançados no 12^o dia, o que ocorreu, provavelmente, pela diminuição do metabolismo dos frutos como consequência da modificação da atmosfera proporcionada pelo filme de PVC.

De acordo com Kader; Arpaia (2008), a taxa de respiração dos frutos de anonáceas varia em torno de 75-250 mLCO₂/Kg.h, 45-150 mL CO₂/Kg.h e 25-100 mL CO₂/Kg.h, quando os mesmos são armazenados a 20, 15 e 10°C, respectivamente. No período estudado, a temperatura de 8°C proporcionou menor e mais lenta evolução de SST durante o armazenamento, o que pode ter ocorrido devido à diminuição do processo respiratório, e, como consequência, a diminuição do metabolismo dos frutos, acarretando em uma transformação mais lenta do amido em açúcares solúveis.

Diversas enzimas presentes no tecido vegetal são capazes de metabolizar o amido, com destaque para a α -amilase, a β -amilase e a amido fosforilase, em suas diferentes isoformas, as quais apresentam aumento de atividade durante o amadurecimento de diferentes frutos (DESAI; DESHPANDE, 1978; SEYMOUR, 1991; MOTA et al, 2002; NASCIMENTO et al., 2006). De acordo com Mota et al. (2002) alguns hormônios, como o ácido giberélico e o ácido 3-indol-acético, também podem desempenhar um papel regulador no processo de degradação do amido em bananas.

Independente da condição de armazenamento anterior ao amadurecimento sob temperatura de 20 °C, o conteúdo de sólidos solúveis totais nos frutos de atemóia cv. "African Pride" maduros variou de 22,0 a 24,8° Brix, (BATTEN, 1990).

Beerh et al. (1983) relatam que o conteúdo de sólidos solúveis totais pode variar entre 20,6 e 28,0° Brix em frutos maduros de diferentes cultivares de pinha, cherimóia e atemóia. Cherimóias do cultivar "Fino de Jete" apresentaram no final da terceira semana de armazenamento a 12°C teores de SST próximos a 20,0° Brix, sendo que, nos frutos embalados em filme de polietileno incorporado com mineral absorvedor de etileno, os teores foram inferiores. Segundo os autores esse fato se deu devido à ação da atmosfera modificada e a absorção de etileno promovido pela embalagem, o que diminuiu a respiração e, conseqüentemente, retardou o amadurecimento dos frutos (MELO et al., 2002), fato semelhante ao ocorrido neste estudo em frutos armazenados a 15°C embalados em filme de PVC e armazenados a 8°C.

Yamashita et al (2002) constataram que frutos de atemóia "PR3" armazenados a 15°C apresentaram teor de SST de 22,6 °Brix ao 10^o dia, retornando para 20,8 °Brix no 13^o dia, quando os frutos encontravam-se totalmente maduros. Frutos controle armazenados a 25°C amadureceram em 4-5 dias e apresentaram valores próximos a 20,7 °Brix. Aqueles frutos armazenados em PD-955, filme permeável a diversos gases, apresentaram teores próximos a 21,0 e 19,5° Brix quando a 15°C por 18 dias e a 25°C por 4 dias, respectivamente.

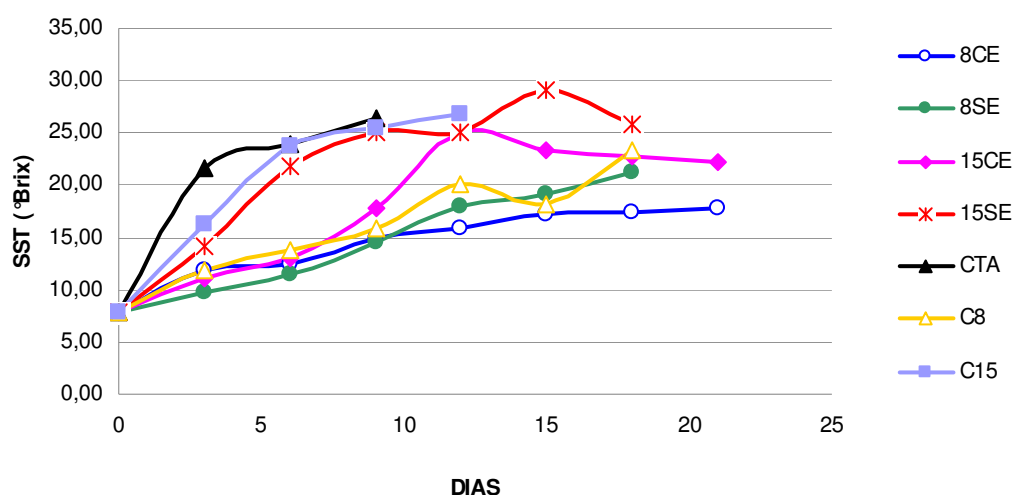


Figura 08. Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Santiago et al. (2002) constataram que no 4^o dia de armazenamento a 20°C frutos de pinha (controle) apresentaram teor de 24,3 °Brix, enquanto que os frutos embalados em PVC 21,3° Brix. Após este dia o conteúdo de SST não diferiu significativamente, permanecendo praticamente constante. Comportamento semelhante foi relatado por Brown et al (1988) para frutos de atemóia “African Pride” e “Q.A.S” armazenados a 20°C em atmosfera livre de etileno. No dia da primeira detecção de amaciamento (7^o dia de armazenamento) os frutos apresentaram 20,4° Brix, que evoluiu em três dias para 24,2° Brix. Após este dia a porcentagem de sólidos solúveis permaneceu inalterada até a senescência dos frutos.

Atemóias “Gefner” recém colhidas apresentavam 5,6° Brix, e atingiram 24,9° Brix no 6^o dia de armazenamento a 27°C, quando os frutos já se encontravam

maduros. Neste período o teor de açúcares solúveis totais nos frutos passou de 2,52% para 19,50%, o que representou um aumento de 7,74 vezes. Quando os frutos foram embalados em PVC e armazenados a 15,5°C o teor máximo de sólidos solúveis totais ocorreu no 18º dia, chegando a 21,0° Brix, e o teor de açúcares solúveis totais atingiram 16% no 12º dia, permanecendo praticamente inalterado até o 21º dia de armazenamento (MOSCA, 2002).

Atemóias “Thompson” avaliadas neste estudo apresentaram teores de SST mais elevados quando maduras, se comparadas à variedade “Gefner” descrita acima, atingindo teores de 24,00° Brix ao 6º dia e 25,00° Brix ao 12º dia quando armazenadas a 22-25°C sem embalagem e a 15°C embaladas em filme de PVC, respectivamente. Esses resultados sugerem que as diferenças existentes seriam observadas entre os cultivares da mesma espécie.

Tesser et al. (2007) avaliaram atemóias “Thompson” classificadas em diferentes tipos (correspondente ao número de frutos por caixetas) e verificaram que as diferentes classes diferem, mesmo que de forma não significativa, quanto às características físicas e químicas. O teor de SST nos frutos variou de 30,20 a 23,80 °Brix, mas os autores não especificam as condições ambientais em que estes foram avaliados nem seu grau de maturidade.

5.4. Acidez Total Titulável (ATT) e pH

A Figura 09 mostra que os valores médios de ATT foram maiores nos frutos CTA, C15 e 15 SE, os quais também apresentaram valores máximos superiores em relação aos frutos dos outros tratamentos. Se avaliarmos os valores de pH, notamos que os mesmos frutos citados acima apresentaram valores mínimos de pH e pH

médios inferiores aos frutos dos demais grupos. Frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento e embalagem, e frutos 15 CE apresentaram pH praticamente inalterado durante o período de armazenamento como pode ser observado na Figura 10.

A análise do comportamento dos frutos em todas as condições mostra a influência da temperatura de armazenamento e embalagem sobre as variáveis ATT e pH, enquanto que o tratamento hidrotérmico a 40°C/20 min, anterior ao armazenamento, não exerceu grande influência sobre essas variáveis (Figuras 09, 10, 11 e 12).

Alguns estudos apontam uma tendência clara entre aumento da acidez total titulável e maturação em algumas anonáceas (MELO et al., 2002; MOSCA, 2002), um comportamento contrário ao apresentado pelos frutos em geral. A redução no teor de ácidos, na maioria dos frutos, ocorre em função da utilização desses compostos como substratos respiratórios, uma vez que a quantidade de carboidratos de reserva no fruto é pequena (SEYMOUR, 1993).

Frutos de anonáceas apresentam grande reserva de amido quando na maturidade fisiológica (10-12% da massa fresca do fruto), o qual é rapidamente hidrolisado após a colheita. Coincidentemente com a diminuição das reservas de amido, frutos de cherimóia apresentam expressivo aumento nas concentrações de açúcares, sendo os mais prevalentes a glicose e a frutose, seguidos da sacarose (MERODIO; DE LA PLAZA, 1997). O grande acúmulo desses substratos requeridos para o processo respiratório, durante o amadurecimento de frutos de anonáceas, provavelmente diminui a mobilização dos ácidos orgânicos para essa função, fazendo com que a concentração desses ácidos aumente durante o período de

amadurecimento. Este comportamento sugere uma possível hipótese para o desenvolvimento do “flavor” característico desses frutos.

Beerh et al. (1983) citam que a acidez total titulável da polpa das diferentes espécies de annonas quando maduras varia de 0,3 a 0,4%, sendo o ácido cítrico o predominante, já Paull et al. (1983) apontam o ácido málico. Neste estudo optou-se por avaliar a ATT expressa como porcentagem de ácido cítrico pelo fato da maioria dos trabalhos avaliados na revisão de literatura utilizá-lo na expressão dos resultados, o que permite uma comparação mais coerente entre resultados.

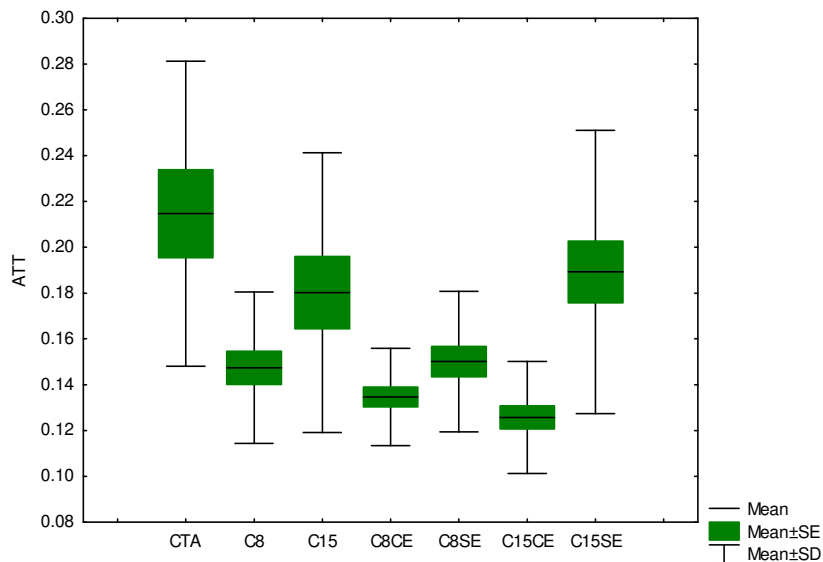


Figura 09. Box-Plot representando a acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) apresentada pelos frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante armazenamento sob diferentes temperaturas ($p= 0,0002$).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

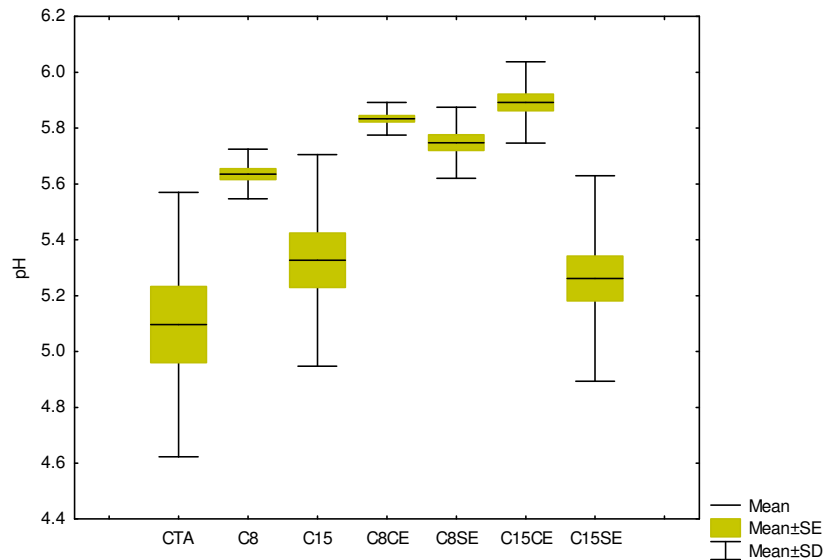


Figura 10. Box-Plot representando o pH da polpa dos frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante o armazenamento sob diferentes temperaturas ($p < 0,0001$).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

O aumento no conteúdo de ácido, expresso como ácido cítrico, durante a maturação dos frutos de atemóia “Thompson” é evidente e pode ser observado na Figura 11 e Tabela 8 do apêndice, sendo que nos frutos CTA e C15 os maiores valores de acidez coincidem com o período ótimo de consumo, atingindo $0,280\%$ e $0,274\%$, respectivamente, valores próximos aos citados por Beerh et al. (1983). Frutos 15 SE embora não tenham alcançado valores tão elevados de ATT durante o amadurecimento desenvolveram aroma bastante agradável. Nos frutos armazenados a 15°C com embalagem o conteúdo de ácido permaneceu inferior durante todo o período quando comparados aos frutos armazenados à mesma temperatura, apresentando poucas variações no decorrer do armazenamento, o que também foi

observado nos frutos armazenados a 8°C, que, quando embalados, permaneceram com ATT inferior aos demais (Figura 11 e Tabela 08 do apêndice).

Alique; Zamorano (2000) relatam que o conteúdo de ácidos orgânicos (málico, cítrico e fumárico) apresentou incremento durante o amadurecimento de cherimóias a 20°C. Nos frutos armazenados a 8°C o conteúdo dos ácidos málico e cítrico foi inferior e não apresentou alterações consideráveis, enquanto que, maiores mudanças foram observadas em relação ao conteúdo de ácido fumárico. Segundo os autores, este fato não pode ser considerado um evento considerável por sua contribuição na ATT de cherimóia ser de menor importância, se comparado aos ácidos cítrico e málico. Atemóias Thompson avaliadas neste estudo apresentaram discretas variações no conteúdo de ácido cítrico durante o armazenamento a 8°C; frutos embalados em filme de PVC durante o armazenamento a 8 e 15°C apresentaram as menores variações no decorrer do armazenamento, demonstrando a contribuição da associação da temperatura e modificação da atmosfera na diminuição do metabolismo dos frutos.

Os valores de pH estão apresentados na Figura 12 (e Tabela 08 do apêndice) onde se observa decréscimo correspondente ao aumento da ATT nos frutos CTA, C15 e 15 SE. Já nos frutos 15 CE, C8, 8 SE e 8 CE as variações de pH foram bastante discretas e correspondentes às variações de ATT.

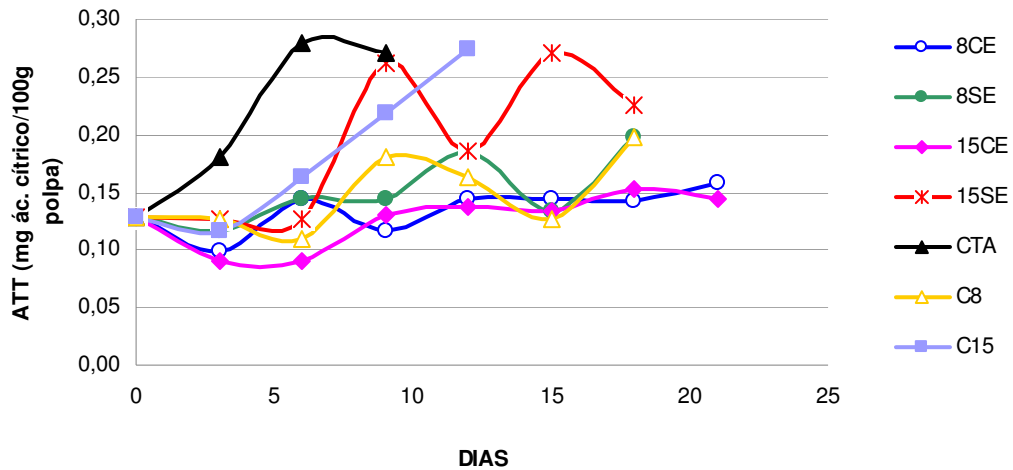


Figura 11. Evolução da acidez total titulável (ATT) expressa em mg de ácido cítrico/100g de polpa em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

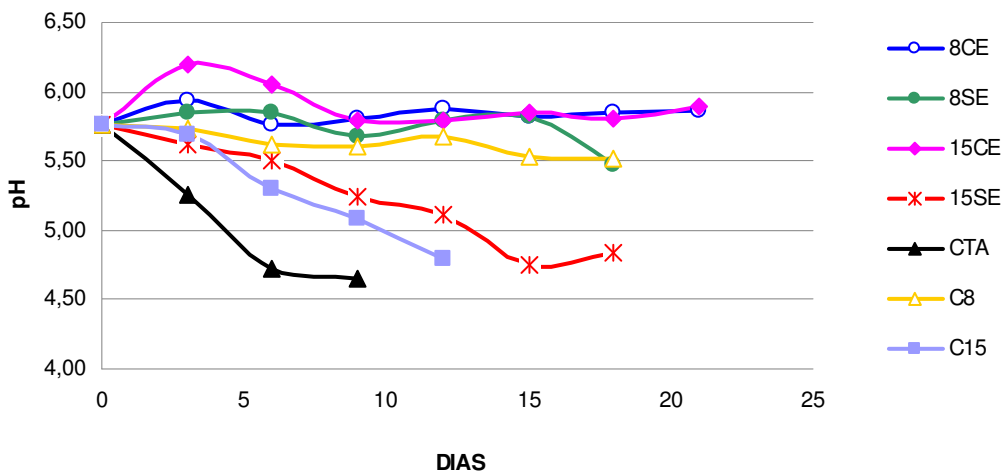


Figura 12. Evolução do pH em polpa de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Seguindo a tendência observada para frutos de anonáceas, no amadurecimento de atemóias “Gefner” armazenadas a 27°C observou-se aumento

de 0,13% para 0,35% de ácido cítrico durante o período de amadurecimento de 6 dias (MOSCA, 2002). Neste período houve decréscimo correspondente de pH, que variou de 5,5 para 4,25.

O pH e acidez total titulável de atemóias “African Pride” e “Q.A.S.” mantiveram-se praticamente inalterados durante o amadurecimento e senescência, quando os frutos foram embalados em sacos de polietileno e armazenados em atmosfera livre de etileno a 20°C (BROWN et al., 1988).

Cherimóias do cultivar “Fino de Jete” também apresentaram valores de acidez total titulável praticamente inalterados quando armazenadas a 12°C em filme de polietileno incorporado com absorvedor de etileno, enquanto que nos frutos controle houve um aumento que se aproximou a 0,43% de ácido cítrico. Os valores de pH decresceram correspondentemente ao aumento da acidez nos frutos controle, atingindo valor médio de 4,56 ao final da quarta semana, enquanto nos frutos embalados esses valores permaneceram em torno de 5,6 (MELO et al., 2002).

Um estudo realizado com frutos de atemóia “Thompson” provenientes do estado do Paraná demonstra que os diferentes tipos de atemóia “Thompson”, classificados de acordo com o tamanho, apresentaram ATT entre 0,268 e 0,215%, não estando especificado em qual ácido os resultados foram expressos. De acordo com outros trabalhos os autores observaram que o pH dos frutos apresentou queda correspondente à diminuição da acidez e variou entre 5,09 e 4,96 (TESSER et al., 2007). O estudo não especifica quantos dias após a colheita os frutos foram avaliados, mas se compararmos os dados registrados por esses autores com os encontrados neste estudo supõe-se que os frutos estariam maduros no momento das análises.

5.5. Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos compreendem uma das principais classes de metabólitos secundários dos vegetais relacionando-se a atributos de qualidade dos alimentos tais como: aparência, sabor e odor, enquanto evidências indicam propriedades de promoção da saúde em humanos (TOMÁZ-BARBERÁN; ESPÍN, 2001, ROBARDS, 1999, TAKAHAMA et al, 2002). Fisiologicamente estão associados aos mecanismos de defesa da planta contra fitopatógenos, ao crescimento, atuação contra raios ultravioleta, escurecimento enzimático e em resposta também a condições de estresse que possam afetar o período pós-colheita do vegetal (RICHARD-FORGET; GAUILLARD, 1997; CASTAÑER et al., 1999; ROBARDS et al., 1999).

Na Figura 13 nota-se que houve poucas diferenças em relação ao conteúdo médio de compostos fenólicos totais durante o período de armazenamento de cada fruto. A análise do comportamento desta variável durante todo o período de armazenamento mostra que houve diferenças estatísticas não significativas (Figura 13, Tabela 09 do apêndice), embora diferenças estatísticas tenham sido registradas nos diferentes dias, individualmente (Figura 14 A e B e Tabela 10 do apêndice).

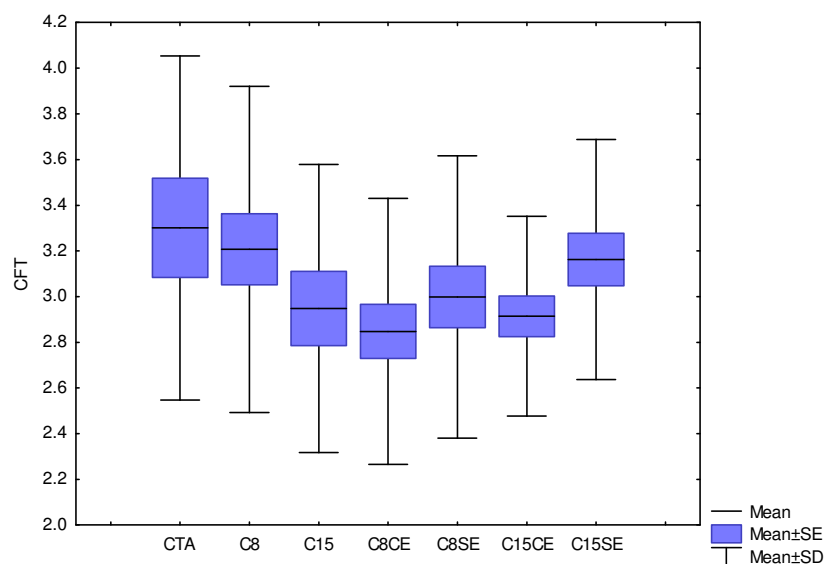


Figura 13. Box-Plot representando o conteúdo de compostos fenólicos totais (mg/g de polpa) apresentado por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($P = 0,0917$).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

A composição fenólica dos frutos é determinada por fatores genéticos e ambientais, mas pode ser modificada por reações oxidativas que ocorrem durante a pós-colheita, resultado do processamento e/ou estocagem (TOMÁZ-BARBERÁN; ESPÍN, 2001). A atividade antioxidante e o escurecimento oxidativo de frutos e hortaliças representam dois processos importantes envolvidos com os compostos fenólicos e associados à sua degradação. Sintomas associados à descoloração, que resultam do desenvolvimento da injúria pelo frio em frutos e vegetais, está freqüentemente associado ao metabolismo secundário e em especial aos compostos fenólicos (ROBARDS, 1999, CONCELÓN et al., 2004; HISAMINATO et al., 2001). No escurecimento enzimático os ácidos fenólicos são os principais substratos utilizados

por enzimas oxidativas com reflexos nas alterações da cor do vegetal, nas suas propriedades, e conseqüentemente na qualidade geral do fruto ou vegetal pós-colheita (VAMOS-VIGYAZO, 1981; ZAWISTOWSKI et al., 1991; HISAMINATO et al., 2001; DOGAN et al., 2005).

As Figuras 14A e 14B mostram a evolução dos compostos fenólicos no armazenamento de atemóia em diferentes condições. No 3º dia de armazenamento os frutos CTA, C15 e 15 SE apresentaram aumento significativo no conteúdo de fenólicos totais em relação aos frutos dos demais tratamentos, o qual foi progressivo nos frutos CTA até o 6º dia. Frutos C15 apresentaram queda após o 3º dia, retornando aos patamares mais elevados apenas no 12º dia de armazenamento. Frutos tratados termicamente e armazenados a 15°C (15 SE) também apresentaram queda após o 3º dia e novo aumento no 15º dia, quando os frutos já não se encontravam aptos ao consumo. Frutos 15 CE apresentaram aumento gradativo, atingindo concentração máxima no 15º dia.

De acordo com a Figura 14B é possível observar que os frutos C8 apresentaram grande evolução no conteúdo de fenólicos totais até o 9º dia de armazenamento, os quais decaíram consideravelmente ao 12º dia para aumentar novamente até o 18º dia. Por outro lado, frutos 8 SE e 8 CE apresentaram evolução menos intensa, porém semelhante, no conteúdo desses compostos até o 9º dia, o que pode estar relacionado com o tratamento térmico antes do armazenamento a 8°C. Ao 12º dia foram registrados altos teores de compostos fenólicos nos frutos 8 SE, enquanto nos 8 CE teores elevados só foram registrados após o 15º dia (Figura 14B e Tabela 10 do apêndice).

O aumento do conteúdo desses compostos apresentado após o 15º dia nos

frutos C8 e 8 CE pode estar relacionado ao tempo e temperatura de armazenamento, uma vez que esses compostos estão associados aos mecanismos de defesa da planta contra situações de estresse. (TOMÁZ-BARBERAN; ESPIN, 2001).

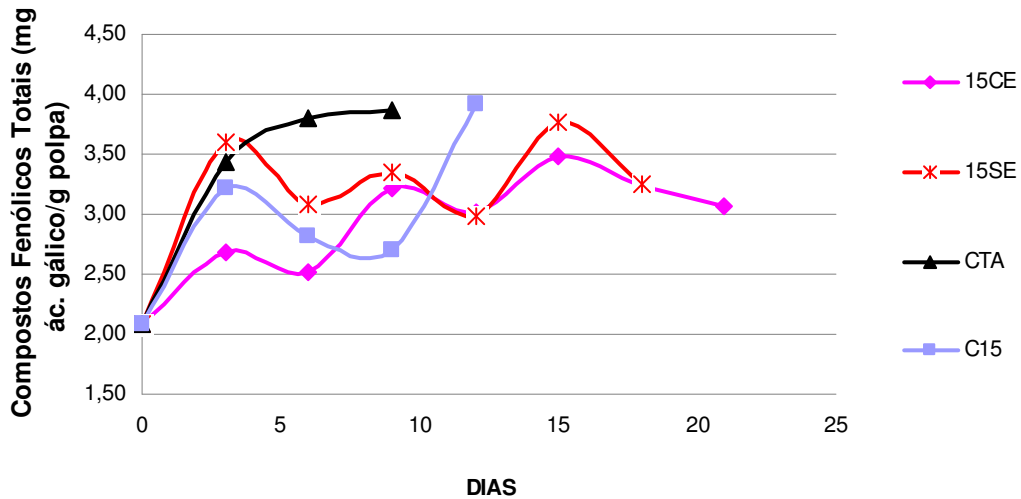


Figura 14 A. Evolução do conteúdo de compostos fenólicos totais em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

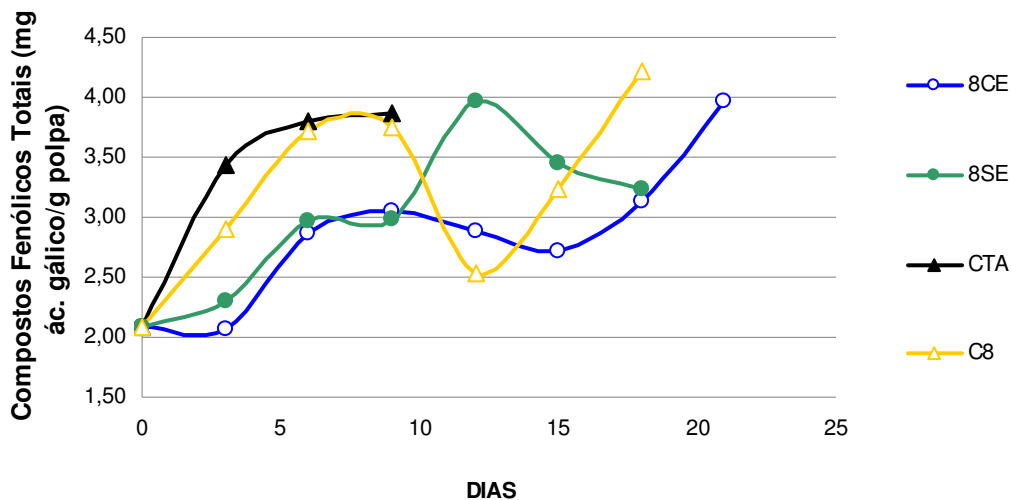


Figura 14 B. Evolução do conteúdo de compostos fenólicos totais em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas. * **CTA**: controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15**: controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8**: controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Os teores de compostos fenólicos em graviolas cv. “Crioula” apresentaram diferenças estatísticas, porém não significativas, quando os frutos foram armazenados ao ambiente (26,3°C) durante 5 dias. Os teores dos compostos dímeros se mantiveram em 0,13% até que os frutos amadurecessem. Já os oligoméricos e poliméricos mantiveram-se em níveis constantes do 2^o até o 4^o dia, com valores de 0,16 e 0,11%, respectivamente (LIMA et al., 2002). Se os dados coletados neste estudo para atemóias “Thompson” forem transformados em porcentagem, constatamos que os frutos armazenados ao ambiente (22 a 25°C), temperatura mais próxima à do estudo com graviola, apresentaram aumento do conteúdo de fenólicos totais, passando de 0,20% para 0,37% em seis dias de armazenamento, teores superiores aos encontrados nos frutos da mesma espécie citados acima, embora não verificadas as diferenças entre compostos dímeros, oligoméricos e poliméricos. De acordo com Lima et al. (2002) a comparação do conteúdo de compostos fenólicos entre diferentes trabalhos fica limitada pelo uso de métodos de extração que quantificam tipos variados de fenólicos.

Alves et al. (2001) avaliaram frutos de pinha completamente maduros frente a diferentes características. Em relação ao conteúdo de compostos fenólicos foram determinados os solúveis em água, em metanol P.A. e em metanol 50%. Os valores encontrados para as três frações de fenólicos foram praticamente iguais, e em torno de 0,15%. Os autores citam a ocorrência de somente um trabalho na literatura sobre fenólicos em pinha, cujo resultado (0,18%) aproximou-se ao por eles encontrado.

Estudos que acompanham a variação no conteúdo de compostos fenólicos durante o amadurecimento de frutos em geral e sob diferentes condições são escassos na literatura, não sendo diferente para os frutos da família *anonaceae*. Este

fato limita discussões mais conclusivas e um aprofundamento sobre o assunto. A qualificação e a quantificação desses compostos durante o amadurecimento nos trariam informações sobre o metabolismo e catabolismo desses constituintes no decorrer do período pós-colheita.

5.6. Polifenoloxidase (PPO)

No gráfico Box-Plot da Figura 15 é possível observarmos uma diferença marcante na atividade de PPO apresentada pelos frutos armazenados a 8°C em relação aos demais. A temperatura de 8°C exerceu influência significativa na atividade enzimática de PPO, de forma que nos frutos C8, mesmo com uma atividade máxima superior aos armazenados à mesma temperatura (8SE, 8CE), não chegaram a atingir 50% daquela máxima experimentada pelos frutos a 15°C e à temperatura ambiente (Tabela 11 do apêndice).

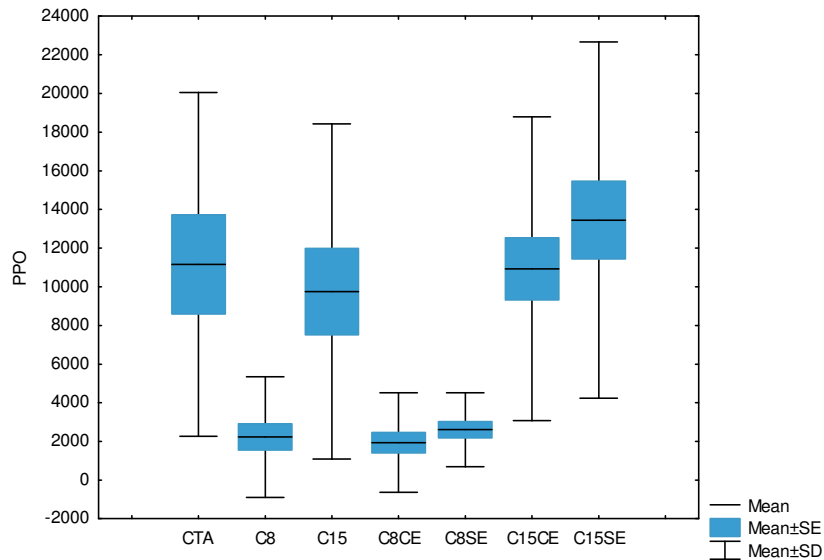


Figura 15. Box-Plot representando a atividade enzimática de PPO (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p < 0,0001$). * **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Na Figura 16 observa-se que os frutos CTA e C15 apresentaram aumento gradativo e somente um pico de atividade de PPO, seguido de queda. Nesses frutos os picos de atividade da enzima ocorreram no 6^o dia de armazenamento, acompanhando o amadurecimento e coincidindo com o dia ótimo para consumo dos frutos CTA, enquanto os frutos C15, embora já apresentassem aroma característico de frutos maduros, ainda mostravam-se firmes, porém não se encontrando no ponto ótimo de consumo, conforme observado nas análises de aparência (figuras 03 e 04), aroma e textura (análises subjetivas).

Nos frutos 15 SE foram registrados dois picos de atividade enzimática, o primeiro coincidindo com o apresentado pelos frutos CTA e C15 e o segundo no 12^o

dia, quando os frutos encontravam-se ótimos para consumo, embora já apresentassem essas condições a partir do 9^o dia. Nos frutos 15 CE o aumento na atividade enzimática foi retardado, com início a partir do 6^o dia e pico no 12^o dia, sendo menos intenso do que o apresentado pelos frutos 15 SE. Mesmo com valores inferiores, o pico de atividade enzimática coincidiu com as características de aroma e ponto de consumo, embora os frutos parecessem desenvolver amadurecimento incomum, com textura macia próximo à casca, e centro bem firme e com certa opacidade.

Nos frutos armazenados a 8 °C a atividade enzimática apresentou valores 1/3 a 1/4 inferiores àqueles em outras condições de armazenamento. Nos frutos C8 e 8CE observou-se um aumento de atividade enzimática já no 3^o dia de armazenamento, com subsequente queda aos valores iniciais no 6^o dia, comportamento não observado nos frutos 8 SE. Após este período a atividade enzimática mostrou-se praticamente nula nos frutos 8 CE até o 15^o dia, após o qual um pequeno pico pode ser observado no 18^o dia. Frutos C8 e 8 SE, embora com algumas diferenças, apresentaram pouquíssima evolução na atividade de PPO durante o armazenamento (Figura 16). Ao 9^o dia de armazenamento todos os frutos mantidos nessa temperatura encontravam-se ainda imaturos, com mais de 80% da coloração da casca verde, bastante resistentes ao corte, polpa extremamente clara e sem brilho e aroma de fruto verde. Com o decorrer do período nenhum dos frutos a 8 °C concluiu o amadurecimento.

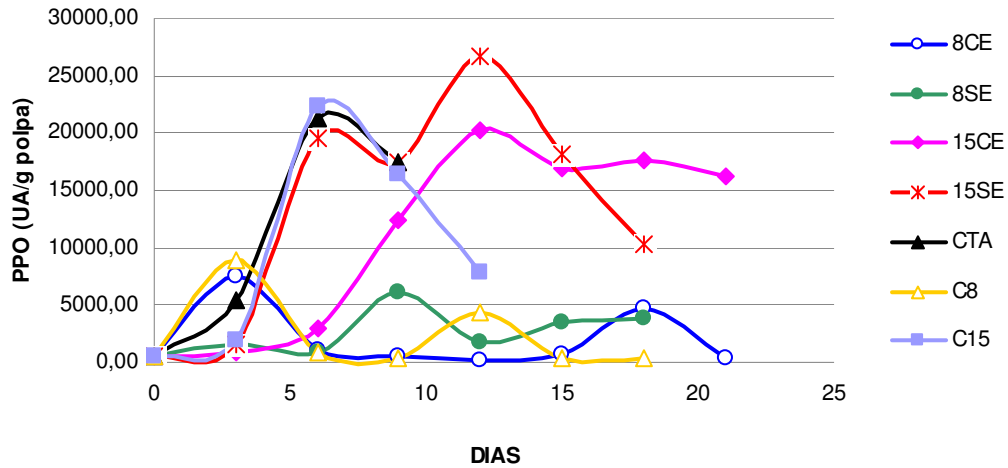


Figura 16. Evolução da atividade de polifenoloxidase (PPO) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Alves et al. (2001) estudando frutos de pinha provenientes de Petrolina-PE, completamente maduras, registraram atividade de polifenoloxidase de 652,54 UAE (unidade de atividade enzimática), não especificando se tais resultados foram expressos por grama de polpa; esses valores de atividade enzimática mostraram-se bem inferiores aos encontrados em nosso estudo com atemóias “Thompson”.

Lima et al. (2002) registraram aumento na atividade de PPO em frutos de graviola “Crioula” do 1º ao 4º dia de armazenamento à temperatura de $26,3 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$; com o maior incremento ocorrendo do 1º para o 2º dia, quando a atividade aumentou de 243 para 400 UAE/g. Aumento na atividade de PPO também foi registrado durante o armazenamento de cherimóias; o pico de atividade enzimática ocorreu entre os dias 10 e 16 após a colheita dos frutos (MERODIO; DE LA PLAZA, 1997).

5.7. Peroxidase Solúvel (POD sol)

A influência da temperatura de armazenamento na atividade da POD solúvel pode ser visualizada através do gráfico Box-Plot da Figura 17. Na figura é possível observar que os frutos armazenados à temperatura ambiente (CTA) e a 15°C, independente do tratamento hidrotérmico e uso de embalagem, apresentaram atividade média de POD solúvel superior àquela dos frutos armazenados a 8°C. Valores máximos de atividade também foram registrados para os frutos CTA, C15, 15 SE e 15 CE.

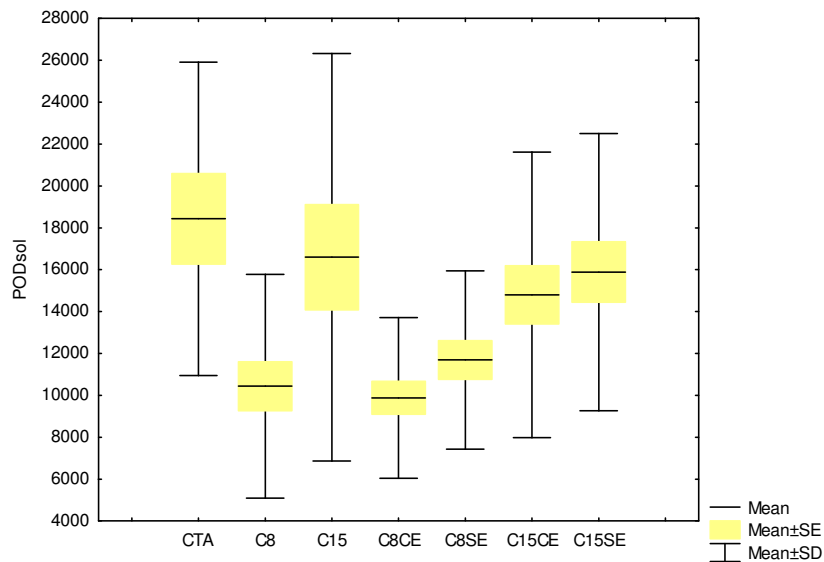


Figura 17. Box-Plot representando a atividade enzimática de POD solúvel (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p= 0,0002$).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Pela análise da Figura 18 observa-se que no 3º dia de armazenamento os frutos controle (CTA, C15 e C8) apresentaram aumento na atividade de POD solúvel, sendo que nos frutos CTA este aumento foi progressivo até o 6º dia, mantendo-se estável até o 9º dia, quando os frutos encontravam-se comercialmente inaceitáveis, com base nas análises de aparência e aspectos sensoriais. Nos frutos C15 a atividade enzimática apresentou aumento gradativo até o 9º dia, quando se observa um pico de atividade, seguido de queda. Já nos frutos C8 o pico de atividade enzimática ocorreu no 3º dia e decaiu progressivamente, atingindo valores bastante baixos ao final do período de armazenamento.

Os frutos tratados hidrotêrmicamente, independente da temperatura de armazenamento e embalagem, apresentaram atividade de POD solúvel baixa até o 3º dia de armazenamento. Após este dia observa-se que, tanto em frutos embalados como não, registrou-se aumento na atividade enzimática de POD solúvel, com a diferença de que nos frutos armazenados a 15°C este aumento foi mais pronunciado (Figura 18 e Tabela 14 do apêndice). Observa-se também pela Figura 18 que os frutos armazenados a 8°C, independente da condição, apresentavam o mesmo patamar, e baixo, de atividade da POD solúvel, após o 6º dia e até o final do armazenamento.

A atividade de peroxidase em frutos de pinha maduros foi de 3789,67 UAE (ALVES et al., 2001), valores bem inferiores aos registrados neste estudo para azeitonas “Thompson” maduras. Lima et al. (2000) observou que a atividade de POD em uva “Itália” aumentou linearmente dos 28 aos 57 dias após a formação dos frutos, partindo de 3,63 e atingindo 25,07 UAE/min/g; após 72 dias a atividade enzimática aumentou 61,03%. De acordo com os autores, tais alterações sugerem que a POD

pode ser um bom indicador para caracterizar o estágio de amadurecimento da uva “Itália”.

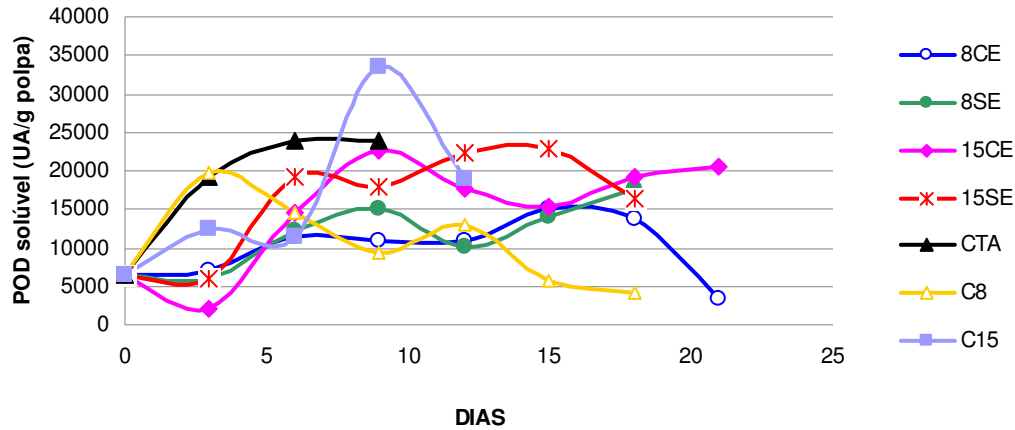


Figura 18. Evolução da atividade de peroxidase solúvel (POD sol) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Graviolas “Crioula” armazenadas a 26,3 ± 0,6°C apresentaram aumento inicial na atividade de POD, seguido de uma queda acentuada até o 4º dia após a colheita. No final do período de 5 dias a atividade mais que duplicou, embora se mantivesse abaixo da inicial (LIMA et al., 2002). Quando as atividades de PPO e POD foram comparadas foi constatado que a POD, além dos níveis mais altos, apresentou variações mais pronunciadas.

Mosca (2002) constatou que durante o desenvolvimento de frutos de atemóia “Gefner” a maior atividade de peroxidase ocorreu no 60º dia e decaiu gradativamente até o completo desenvolvimento dos frutos. Segundo o autor a atividade aumentou com a divisão celular para diminuir durante a época de alongamento celular. Durante

o amadurecimento dos frutos a 27°C a atividade de POD aumentou até o 7º dia, seguida de diminuição até o 9º dia. Para o autor a atividade desta enzima pode ser utilizada como um marcador do amadurecimento, já que a partir do máximo da atividade há aumento da respiração e no teor de açúcares. No mesmo estudo frutos controle e embalados em filme de polietileno armazenados a 15°C apresentaram atividade máxima de POD no 9º dia, que decaiu posteriormente, semelhante pico de atividade foi observado com a variedade “Thompson” neste trabalho para frutos armazenados a 15°C embalados em filme de PVC; no entanto, para a variedade “Gefner” os autores mostram que os frutos embalados em PVC e armazenados a 15°C apresentaram atividade de POD praticamente constante durante 21 dias; o contrário ao observado para a variedade “Thompson”, onde apenas após o pico a atividade manteve-se constante até os mesmos vinte e um dias (Figura 18 e Tabela 14 do apêndice).

5.8. Peroxidase Ligada (POD lig)

A enzima peroxidase pode também ser encontrada em sua forma ionicamente ligada à parede celular. Durante o amadurecimento, devido a modificações nos constituintes da parede celular e conseqüente amaciamento do fruto, a POD ligada solubiliza-se.

A partir dos dados do gráfico Box-Plot da Figura 19 é possível observar que a atividade média de peroxidase ligada manteve-se superior nos frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e embalagem. Nesses frutos valores mínimos de atividade enzimática permaneceram praticamente 10 vezes mais elevados do que a atividade mínima apresentada pelos frutos armazenados a 15°C e

ao ambiente. Valores máximos de atividade também foram registrados nos frutos armazenados a 8°C.

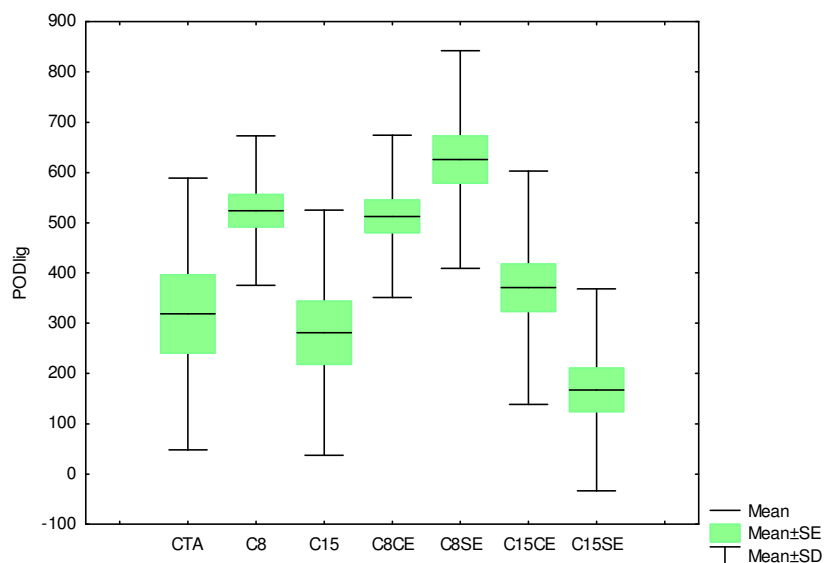


Figura 19. Box-Plot representando a atividade enzimática de POD ligada (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p < 0,0001$).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Na Figura 20 observa-se que nos frutos CTA, C15 e 15 SE houve uma rápida queda de atividade de POD ligada ao 6^o dia de armazenamento, quando foram observadas mudanças de textura e aroma nesses frutos. Nos frutos 15 CE a atividade enzimática permaneceu elevada até o 9^o dia, quando esses frutos ainda permaneciam bastante resistentes ao corte e com aroma de fruto verde. Após este dia uma grande queda de atividade enzimática foi registrada, o que ocorreu paralelamente a algumas manifestações tais como alterações na textura e no aroma.

Nos frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento, observou-se uma queda menos intensa na atividade de POD ligada. O fato da enzima estar associada à parede celular e de os frutos armazenados a 8°C terem mantido a textura no período, mostrando-se resistentes ao corte, pode explicar a evolução desta enzima nesses frutos.

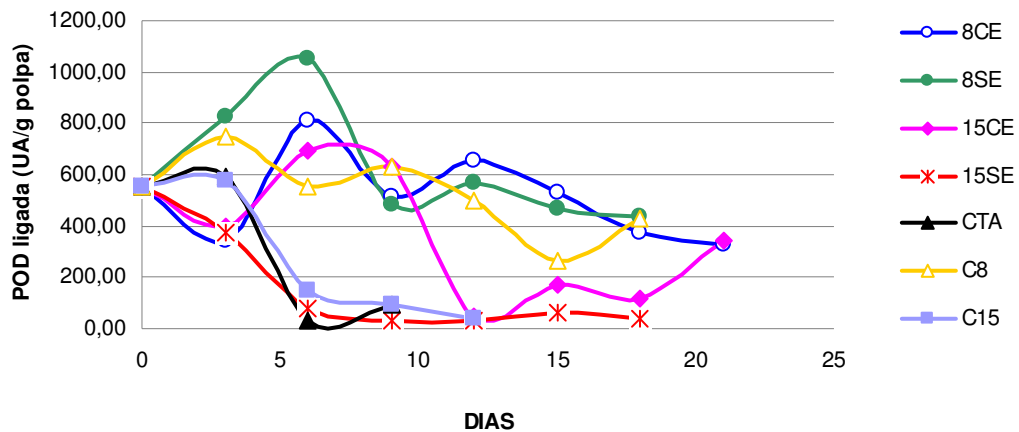


Figura 20. Evolução da atividade de peroxidase ligada (POD lig) em frutos de atemóia "Thompson" submetidos a diferentes tratamentos.* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Os valores bem superiores de atividade da PODlig nos frutos armazenados a 8°C e naqueles a 15°C com embalagem (15CE), e sua evolução no período, permite afirmar que a enzima pode representar um indicador do processo de amadurecimento dos frutos (Figura 20 e Tabela 16 do apêndice). No entanto, não há registros na literatura sobre o comportamento da POD ligada em anonáceas.

5.9. Pectinametilesterase (PME)

As substâncias pécticas são os principais componentes dos tecidos responsáveis pelas alterações de textura em frutos e hortaliças. Encontram-se na forma insolúvel de pectato de cálcio e, juntamente com outras associações, são designados de protopectina e predominante em frutos imaturos. Com o amadurecimento, há solubilização desse complexo das paredes celulares, possivelmente por ação enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Duas principais enzimas estão envolvidas no processo de amaciamento dos frutos, a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME) (ANTHON et al., 2002).

A PME deve preceder a atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade dessa, pela desmetilação dos poliuronídeos. Supõe-se que a PG teria maior afinidade pelo substrato linear desmetilado, após a atuação da PME (ANTHON et al., 2002; BICALHO et al., 2000). Kays (1991) relata que a atividade de enzimas pécticas, como a poligalacturonase e a pectinametilesterase, têm-se mostrado correlacionada com o aumento no amaciamento de vários frutos e com simultâneo aumento das pectinas solúveis.

Pela análise do gráfico Box-Plot (Figura 21) é possível visualizar que a atividade enzimática da PME atingiu valores médios superiores nos frutos do grupo CTA, seguido dos frutos armazenados a 15°C e a 8°C, respectivamente. Considerando que os frutos CTA apresentaram tempo de vida mais curto do que aqueles dos demais grupos nota-se que a atividade enzimática foi influenciada pela temperatura de armazenamento, uma vez que os frutos C15 e C8 apresentaram atividade média máxima 30% e 47,6%, respectivamente, inferior à apresentada pelos frutos CTA. Frutos 15 SE e 8 SE, que sofreram somente o tratamento térmico antes

do armazenamento, apresentaram atividade enzimática média superior aos respectivos controles, C15 e C8, e aqueles tratados e embalados em filme de PVC, 15 CE e 8 CE (Tabela 17 do apêndice).

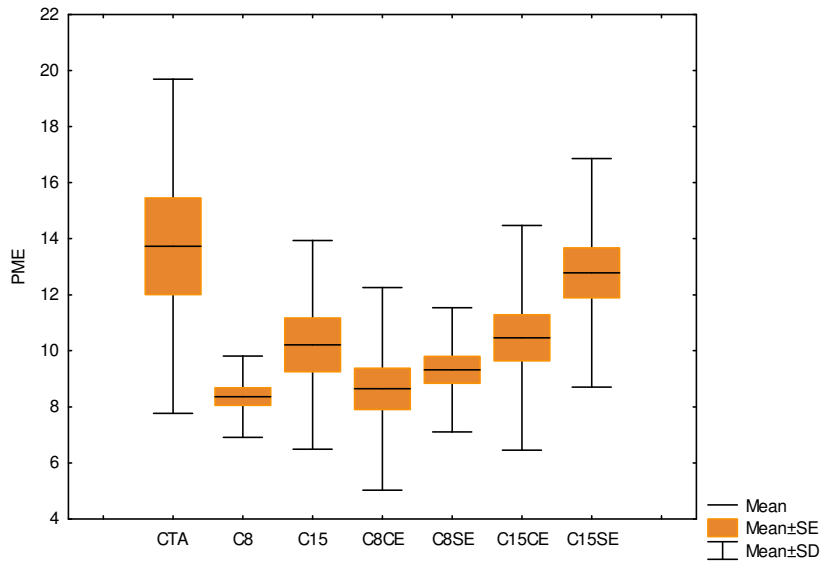


Figura 21. Box-Plot representando a atividade enzimática de PME (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas ($p= 0,0004$).* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Na Figura 22 observamos que o pico de atividade da PME nos frutos CTA coincidiu com o dia ótimo de consumo, no 6º dia de armazenamento, conforme observado nas análises de aparência já referidas, decaindo gradativamente até os estágios finais do amadurecimento. Frutos C15, embora já apresentassem sinais de amadurecimento no 6º dia, um aumento na atividade de PME foi observado somente a partir do 9º dia de armazenamento, quando os frutos já estavam amadurecidos e macios ao corte. Diferente do comportamento apresentado pelos frutos C15,

naqueles do grupo 15 SE observou-se um pico de atividade de PME no 6º dia de armazenamento, quando os frutos não estavam em seu ponto de consumo, embora com alguns sinais de amadurecimento tais como alterações do aroma e leve amaciamento. Após esse pico, a atividade enzimática apresentou pequena queda até o 12º dia, seguida de novo aumento a partir do 15º dia, quando os frutos não se encontravam mais aptos ao consumo (Figura 22 e Tabela 18 do apêndice).

Nos frutos 15 CE registrou-se mais lenta evolução da atividade de PME, com maior tendência de aumento a partir do 15º dia (Figura 22 e Tabela 18 do apêndice), o que pode ter ocorrido como consequência da embalagem. A partir do 12º dia, mudanças de aroma e indícios de amadurecimento (registrados nas análises de aparência interna) já podiam ser notados; mas com o decorrer do período algumas dessas observações indicaram amadurecimento incomum dos frutos dessa condição, os quais apresentavam polpa com textura desuniforme.

Os frutos C8 e 8 SE apresentaram aumento na atividade de PME ao 3º dia de armazenamento, sendo mais expressivo nos frutos 8 SE, no 6º dia a atividade enzimática decaiu e permaneceu praticamente constante até o 9º dia, seguida de novo aumento. Frutos 8 CE apresentaram poucas alterações na atividade de PME até o 12º dia, a partir do qual uma maior tendência de aumento pôde ser observada (Figura 22 e Tabela 18 do apêndice). O menor incremento na atividade desta enzima nos frutos armazenados a 8°C e nos frutos 15 CE parece ter sido influenciado pela temperatura de armazenamento e embalagem, respectivamente, fatores que podem ter contribuído para o controle da atividade da enzima nesses frutos. Como consequência, os frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento,

permaneceram firmes durante todo o período experimental, apresentando pequena perda de textura ao final do período.

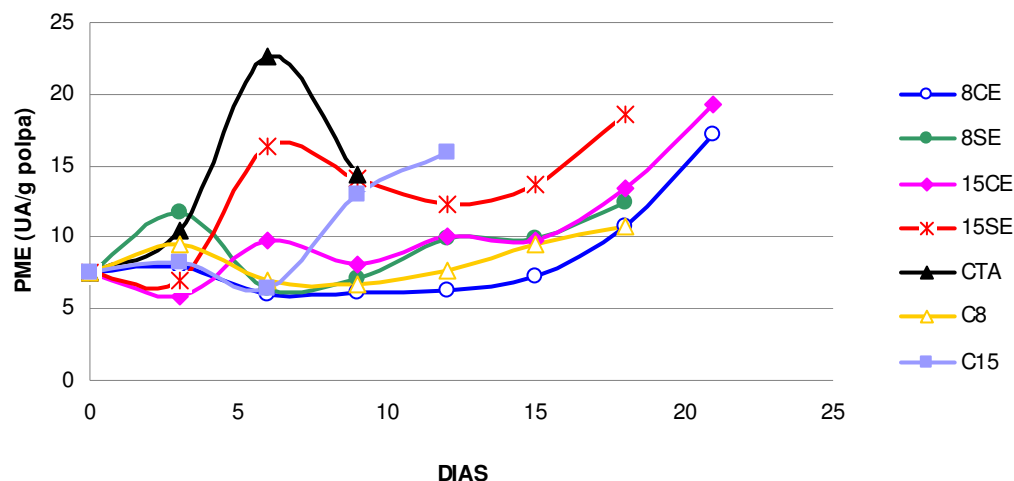


Figura 22. Evolução da atividade de PME em frutos de atemóia "Thompson"

submetidos a diferentes tratamentos.* **CTA:** controle a temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 10\%$ UR); **C15:** controle a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR; **C8:** controle a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR; **15 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR sem embalagem; **15 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-75\%$ UR em filme de PVC; **8 SE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR sem embalagem e **8 CE:** $40^{\circ}\text{C}/20$ min e armazenados a $8 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70-80\%$ UR em filme de PVC.

Antunes et al. (2006) avaliaram a atividade enzimática da poligalacturonase (PG) e da pectinametilesterase (PME) em frutos de amoreira-preta de dois cultivares armazenadas em bandejas plásticas envoltas em filme de PVC de 20μ a 2°C e a 20°C durante 12 dias. Os autores constataram que a atividade da PME aumentou linearmente com o aumento do período de armazenamento para as duas cultivares e observaram uma maior atividade desta enzima ao final do período de armazenamento nos frutos mantidos a temperatura ambiente.

Lima et al. (1996), trabalhando com o armazenamento de mangas (*Mangifera indica*), observaram que a atividade de PG aumentou somente após o início da

queda da atividade da PME, de acordo com as suposições de que esta prepara a protopectina, para posterior ação da PG.

Frutos de mamão (*Carica papaya* L.) tratados com CaCl_2 a 2% e embalados em filme de PVC de 15μ foram armazenados por 35 dias a 10°C . Frutos tratados com cálcio apresentaram atividade média de PME de 7,13 U/min/g de tecido, inferior à apresentada pelos frutos sem cálcio. Frutos sem embalagem apresentaram atividade de 7,89 U/min/g de tecido, inferior à apresentada pelos frutos embalados (8,35 U/min/g de tecido). Em ambos os tratamentos, com e sem cálcio, os autores registraram aumento da atividade de PME até o 20º dia de armazenamento, declinando gradativamente até o final do período (BICALHO et al., 2000).

Segundo alguns autores a PME desempenha pouco efeito no amolecimento da parede celular, servindo somente para provocar desmetilação parcial, o que permite a atividade da PG (AWAD; YOUNG, 1979; BRADY, 1976; MC CREADY; MC COMB, 1952).

A atividade da enzima PME apresentou-se máxima no início da maturação de pedúnculos de cajueiro anão precoce, permanecendo praticamente constante nos últimos estádios, enquanto que a atividade da poligalacturonase aumentou durante todos os estádios de desenvolvimento e maturação. Na medida em que os pedúnculos avançavam sua maturação os autores registraram uma redução considerável da firmeza, que atingiu cerca de 87% de declínio no estágio final, ocasião em que os pedúnculos encontraram-se completamente maduros. Os autores também verificaram aumento significativo na porcentagem de solubilização das pectinas entre os estádios 3 e 4 de desenvolvimento, que coincidem com o maior aumento da atividade da PG. Comparando-se os resultados de firmeza com os de

atividade de PME e PG, os autores observaram haver alta correlação negativa entre eles, com $R = - 0,861$ e $R = - 0,817$, respectivamente, o que indica que, quanto menor a atividade das enzimas citadas, mais firme o pedúnculo (FIGUEIREDO et al., 2001).

Em frutos de tomate o mRNA de PME e a atividade da enzima foram detectados pela primeira vez em frutos com 10 a 20 dias de idade, e continuaram a acumular até o estágio de vez, quando atingiram níveis vinte vezes mais altos (HARRIMAN et al., 1991). Normalmente, a degradação de polissacarídeos da parede celular é acompanhada por um aumento na atividade de diversas hidrolases, tais como: poligalactorunases, pectinametilesterase e endo- α (1-4) gluconases, que podem ter efeitos marcantes na coesividade da parede celular durante o amolecimento (BICALHO, 1998). A mensuração desses sistemas poderia responder a uma série de questões que não puderam ser respondidas neste estudo apenas pela análise da atividade da PME.

6. CORRELAÇÕES

As possíveis correlações foram avaliadas nas diferentes condições de armazenamento e apresentaram disparidades de acordo com as mesmas.

Na Tabela 20 observa-se que os frutos CTA apresentaram forte correlação entre todas as variáveis analisadas, com exceção apenas entre POD ligada e compostos fenólicos totais, que apresentaram correlação moderada. As correlações fortes constatadas dividiram-se em positivas, entre as variáveis PPO e compostos fenólicos totais, POD solúvel e compostos fenólicos totais e SST e ATT, e negativas entre as demais variáveis (Tabela 20).

O coeficiente de determinação (r^2) representa a porcentagem de variação de y que é explicada pela sua relação com x , ou seja, pode-se dizer que, quando os frutos de atemóia “Thompson” foram armazenados a temperatura de 22-25°C e 60 \pm 10% UR, 77% da depreciação da aparência interna dos frutos pode ser explicado pela sua relação com o aumento da atividade da enzima PPO e 69% pela sua relação com o aumento da atividade da enzima POD solúvel e conteúdo de compostos fenólicos totais (Figuras 23, 24 e 25). Paralelamente, nos frutos desta condição de armazenamento, 72% do aumento na atividade de PPO e 97% do aumento na atividade de POD solúvel podem ser explicados pela relação dessas enzimas com o conteúdo de compostos fenólicos totais (Figuras 26 e 27).

Nguyen et al (2003) registraram alta correlação positiva entre o escurecimento externo de bananas e aumento na atividade de PPO, quando os frutos foram armazenados à temperatura de “chilling”. Maior índice de escurecimento interno, registrado em frutos de abacaxi cv “Smooth Cayene”, relacionou-se com maior

acúmulo de compostos fenólicos, maior atividade de PPO e de POD (GONÇALVES et al., 2000).

As correlações acima descritas já eram de se esperar uma vez que o escurecimento enzimático observado em diversos frutos ocorre como conseqüência do contato entre polifenoloxidasas e compostos fenólicos, podendo também ter a participação das enzimas peroxidases. (VAMOS-VIGYÁZÓ et al., 1985; RICHARD-FORGET; GAUILLARD, 1997; ROBARDS et al., 1999; THOMAZ BABERÁN; ESPÍN, 2001;). Segundo Carbonaro et al. (2004), a relação entre polifenóis e atividade de PPO contribui com a hipótese de que esses compostos atuam em conjunto, desempenhando um papel fundamental no sistema de defesa antioxidante desenvolvido pela planta.

Durante o amadurecimento dos frutos a suscetibilidade a doenças e infestações aumenta, devido a diversas mudanças nos componentes estruturais do tecido e de constituintes químicos. Como conseqüência, pode ocorrer o contato entre PPO e substratos fenólicos, levando à formação de quinonas, que sofrerão reações de polimerização com formação de melaninas, as quais possuem atividade antibacteriana e antifúngica, e auxiliarão na tentativa de manutenção da integridade fisiológica dos frutos (THOMAZ BERBERÁN; ESPÍN, 2001).

Com relação à atividade de POD ligada, 73% da diminuição da atividade desta enzima teve relação com o aumento da atividade enzimática de PME. Conforme discutido anteriormente, o aumento da atividade desta última é um indicativo de maior mobilização de polissacarídeos da parede celular, e esta, por sua vez, solubiliza a POD ligada à parede.

Outra forte correlação registrada ocorreu entre SST e ATT, onde 76% do aumento no conteúdo de SST se relacionou com o aumento da ATT (Figuras 28 e 29). Conforme discutido, frutos de anonáceas apresentam grande quantidade de amido, que é hidrolizado rapidamente após a colheita. Devido às grandes quantidades de açúcares formados, os ácidos orgânicos são poupados como substratos do processo respiratório, apresentando aumento durante o amadurecimento dos frutos.

Tabela 20. Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos controle armazenados a 22-25°C e 60 ± 10% UR (CTA).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	- 0,879	0,773
Aparência interna X POD solúvel	- 0,834	0,695
Aparência interna X compostos fenólicos totais	- 0,831	0,690
PPO X compostos fenólicos totais	0,852	0,726
POD solúvel X compostos fenólicos totais	0,988	0,976
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,695	0,483
POD lig X PME	- 0,857	0,734
SST X ATT	0,875	0,766

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

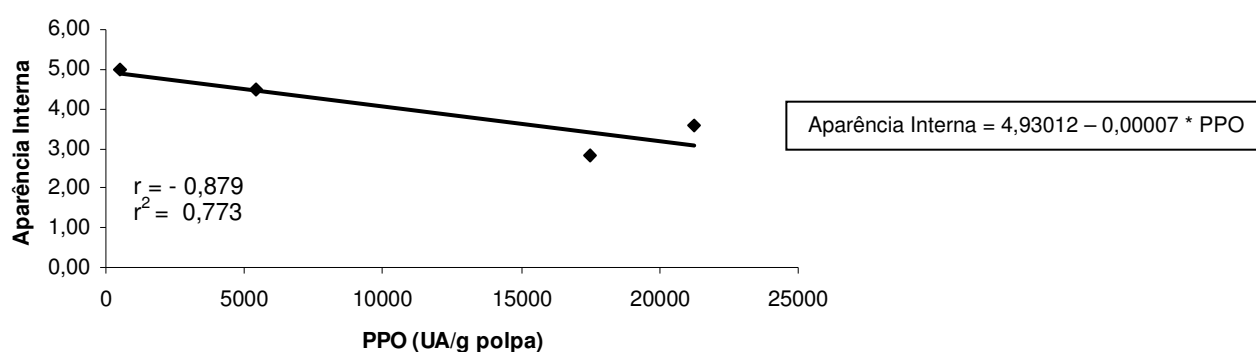


Figura 23. Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e PPO nos frutos CTA.

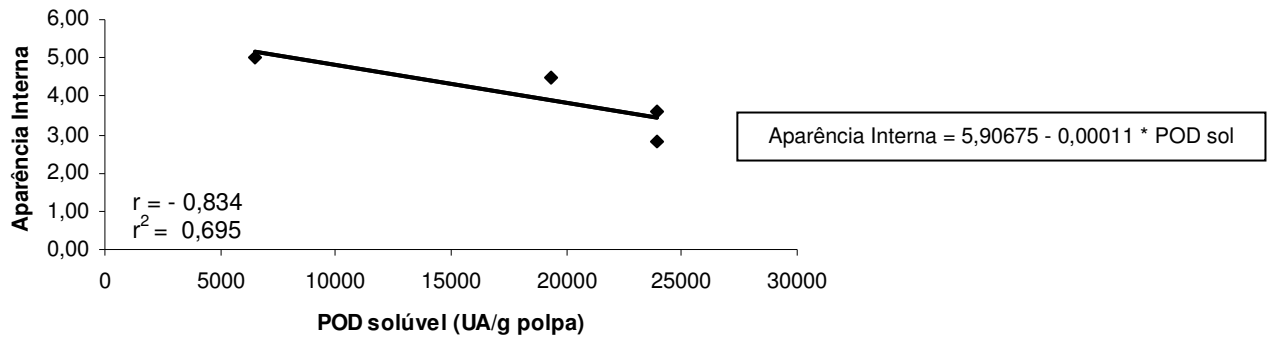


Figura 24. Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e POD solúvel nos frutos CTA.

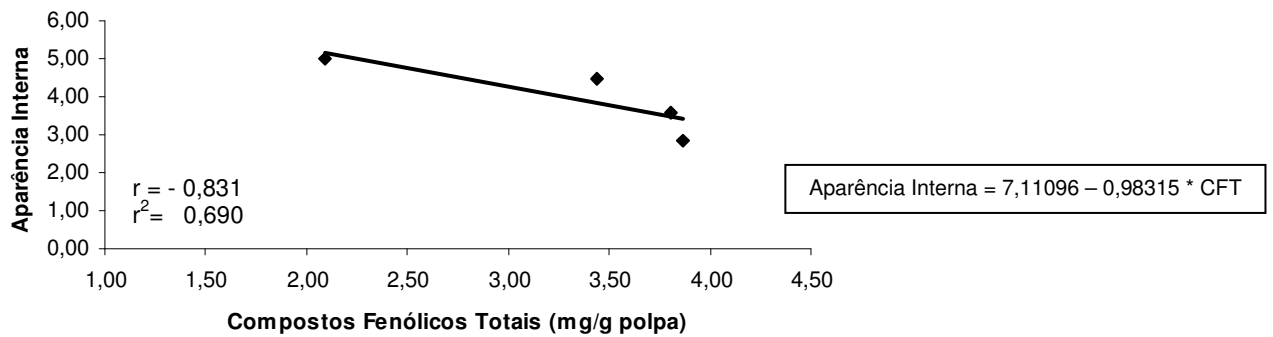


Figura 25. Representação gráfica da forte correlação entre aparência interna e compostos fenólicos totais nos frutos CTA.

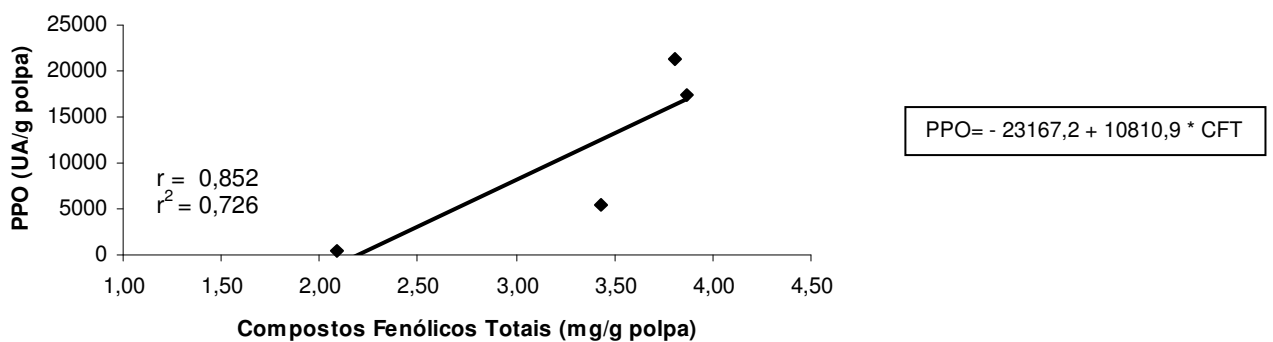


Figura 26. Representação gráfica da forte correlação entre PPO e compostos fenólicos totais nos frutos CTA.

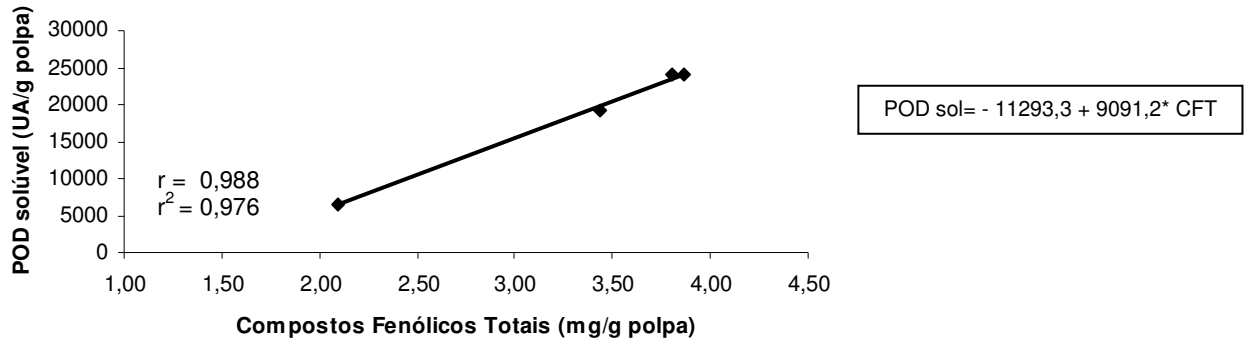


Figura 27. Representação gráfica da forte correlação entre POD solúvel e composto compostos fenólicos totais nos frutos CTA.

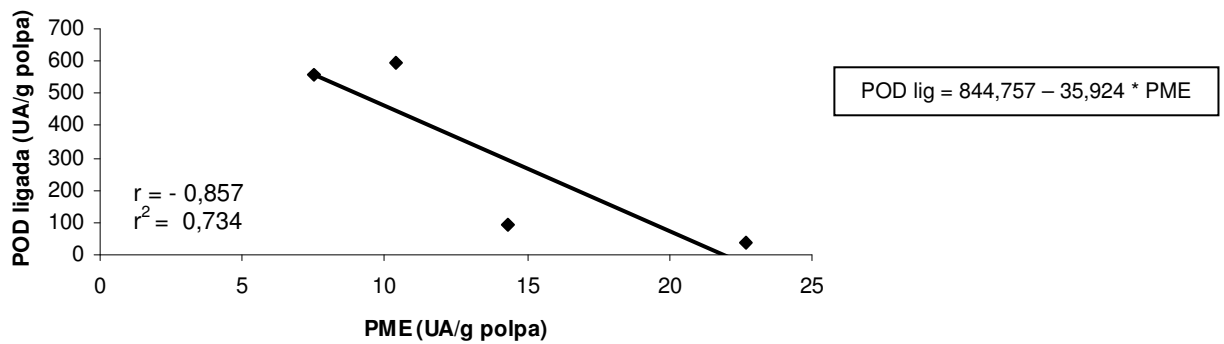


Figura 28. Representação gráfica da forte correlação entre POD ligada e PME nos frutos CTA.

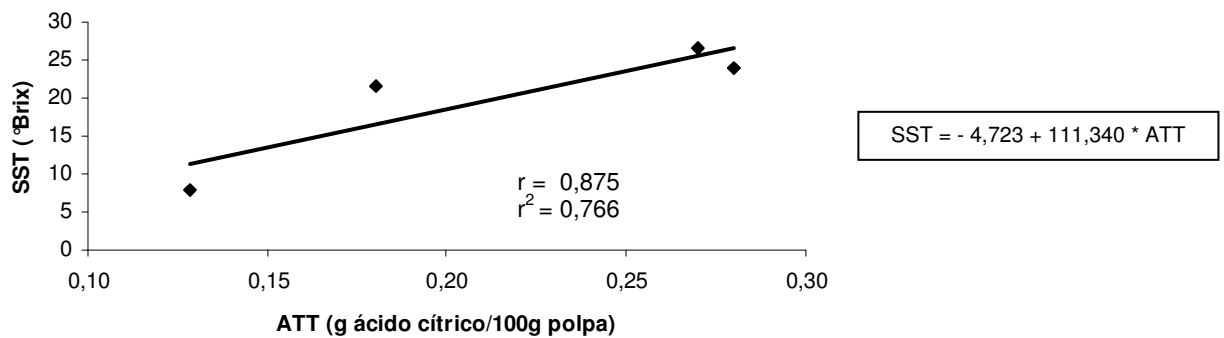


Figura 29. Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos frutos CTA.

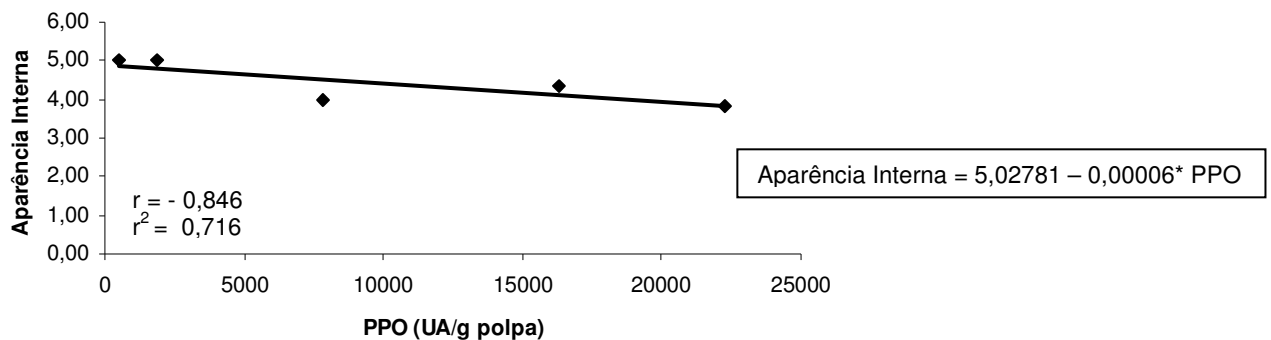
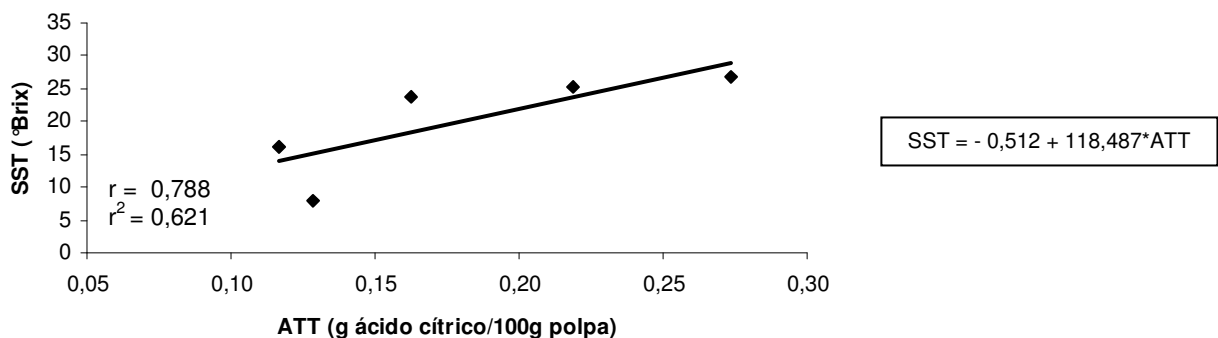
Os resultados apresentados na Tabela 21 demonstram que, quando a temperatura de armazenamento foi abaixada para 15°C, o grau de correlação entre as variáveis diminuiu, de forma que as únicas variáveis que continuaram a apresentar forte correlação foram: aparência interna e PPO, sendo esta uma correlação negativa (Figura 30), e SST e ATT, que apresentaram correlação positiva (Figura 31). Para ambas as correlações o coeficiente de determinação (r^2) mostrou-se inferior ao apresentado na condição de armazenamento a 22-25°C.

Embora a atividade de PPO tenha evoluído de forma praticamente igual nos frutos C15 e CTA, a temperatura de 15°C contribuiu para que a coloração clara da polpa se mantivesse por mais tempo. A evolução no conteúdo de SST não foi influenciada pela temperatura de 15°C, enquanto que a evolução na ATT foi significativamente retardada; estes fatos podem ter contribuído para o menor coeficiente de correlação registrado entre essas variáveis quando somente a temperatura de armazenamento foi diminuída. Estes resultados podem servir como possíveis explicações para o fato destes frutos terem seu período de armazenamento duplicado em relação aos frutos armazenados a 22-25°C.

Tabela 21. Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos controle armazenados a 15 °C e 70-80% UR (C15).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	- 0,846	0,716
Aparência interna X POD sol	- 0,238	0,057
Aparência interna X compostos fenólicos totais	- 0,345	0,119
PPO X compostos fenólicos totais	0,025	0,000
POD sol X compostos fenólicos totais	0,212	0,045
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,451	0,203
POD lig X PME	- 0,645	0,416
SST X ATT	0,788	0,621

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

**Figura 30.** Representação gráfica da forte correlação entre Aparência Interna e PPO nos frutos C15.**Figura 31.** Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos frutos C15.

Os frutos de atemóia tratados a 40°C/20 min e armazenados a 15°C sem embalagem (15 SE) também mostraram grau de correlação entre as variáveis analisadas inferior aos frutos CTA. Correlações fortes apenas foram detectadas entre as variáveis POD ligada X PME e SST X ATT (Tabela 22), sendo no primeiro caso uma forte correlação negativa, com 68% da queda de atividade de POD ligada relacionada com o aumento na atividade de PME (Figura 32), e no segundo caso uma forte correlação positiva, sendo 60% do aumento no teor de SST relacionado com o aumento na ATT (Figura 33).

Tabela 22. Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos tratados hidrotermicamente (40°C/20 min.) e armazenados a 15°C e 70-80% UR sem embalagem (15 SE).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	- 0,313	0,098
Aparência interna X POD sol	- 0,550	0,302
Aparência interna X compostos fenólicos totais	- 0,427	0,182
PPO X compostos fenólicos totais	0,291	0,085
POD sol X compostos fenólicos totais	0,389	0,151
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,569	0,324
POD lig X PME	- 0,824	0,679
SST X ATT	0,778	0,605

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

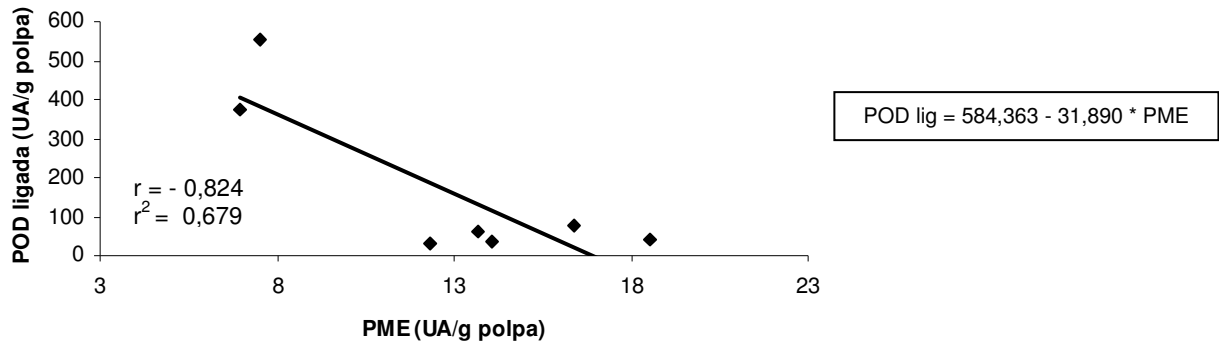


Figura 32. Representação gráfica da forte correlação entre POD ligada e PME nos frutos 15 SE.

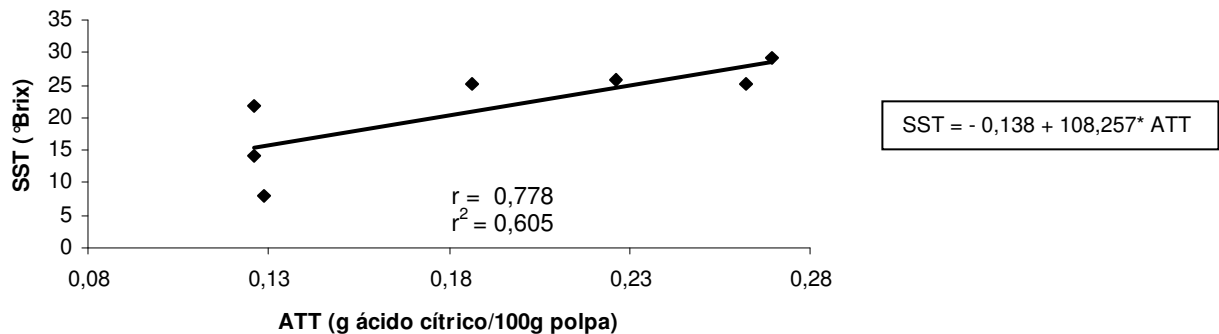


Figura 33. Representação gráfica da forte correlação entre SST e ATT nos frutos 15 SE.

Nos frutos tratados hidrotêmicamente e armazenados a 15°C com embalagem de PVC (15 CE) foi detectada apenas uma forte correlação positiva, entre as variáveis PPO e compostos fenólicos totais (Tabela 23), a qual demonstrou que, 68% do aumento de atividade enzimática de PPO, nos frutos desta condição, ocorreu concomitante ao aumento no conteúdo de compostos fenólicos totais (Figura 34), o qual se apresentou em níveis mais elevados nos frutos 15 CE, comparados aos frutos C15 e 15 SE, embora em relação a esses tenha apresentado diferenças não significativas (Figura 13). Mesmo apresentando alta correlação entre PPO e

6. Correlações

compostos fenólicos totais, frutos 15 CE mantiveram coloração clara da polpa até o 21º dia de armazenamento. Este fato parece contraditório, uma vez que os frutos armazenados sob a mesma temperatura, frutos C15 e 15SE, apresentaram índice de escurecimento interno superior aos frutos 15 CE e não apresentaram correlação entre essas variáveis, não estando de acordo também com resultados encontrados por outros autores, citados anteriormente. Podemos, no entanto, sugerir a hipótese da embalagem ter influenciado o metabolismo dos elementos correlacionados.

Tabela 23. Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos tratados hidrotérmicamente (40°C/20 min.) e armazenados a 15°C e 70-80% UR em embalagem de PVC (15 CE).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	- 0,713	0,508
Aparência interna X POD sol	- 0,518	0,268
Aparência interna X compostos fenólicos totais	0,605	0,366
PPO X compostos fenólicos totais	0,827	0,684
POD sol X compostos fenólicos totais	0,662	0,438
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,555	0,308
POD lig X PME	- 0,311	0,097
SST X ATT	0,573	0,328

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

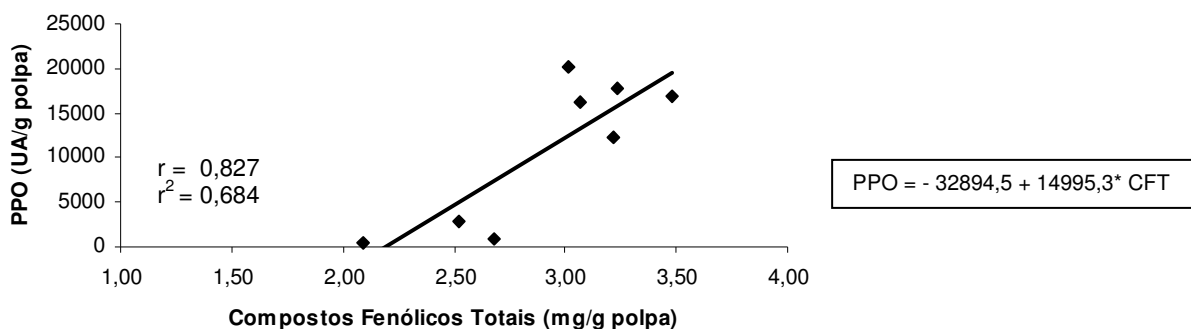


Figura 34: Representação gráfica da forte correlação entre PPO e compostos fenólicos totais nos frutos 15 CE.

Nos frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e embalagem, nenhuma forte correlação foi encontrada entre as variáveis analisadas (Tabelas 24, 25 e 26). Nota-se que, em relação à aparência interna, frutos armazenados com embalagem (8 CE), não apresentaram sequer uma leve correlação entre as variáveis, fato relacionado com a manutenção da aparência interna dos frutos durante todo o período de armazenamento.

Quando comparamos as correlações obtidas na condição de armazenamento ambiente (22-25°C) com as encontradas nas condições de 15°C e 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e uso de embalagem, considera-se que o fator temperatura influenciou de forma considerável o metabolismo dos frutos.

Tabela 24: Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos controle armazenados a 8°C e 70-80% UR (C8).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	0,289	0,084
Aparência interna X POD sol	0,414	0,172
Aparência interna X compostos fenólicos totais	- 0,654	0,428
PPO X compostos fenólicos totais	- 0,354	0,125
POD sol X compostos fenólicos totais	- 0,205	0,042
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,176	0,031
POD lig X PME	- 0,345	0,119
SST X ATT	0,651	0,424

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

Tabela 25: Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos tratados hidrotermicamente (40°C/20 min.) e armazenados a 8°C sem embalagem (8 SE).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	0,307	0,094
Aparência interna X POD sol	- 0,035	0,001
Aparência interna X compostos fenólicos totais	- 0,012	0,000
PPO X compostos fenólicos totais	0,319	0,102
POD sol X compostos fenólicos totais	0,551	0,304
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,290	0,084
POD lig X PME	- 0,319	0,102
SST X ATT	0,190	0,036

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

Tabela 26: Correlações (r) e coeficientes de determinação (r^2) para os frutos tratados hidrotermicamente (40°C/20 min.) e armazenados a 8°C em embalagem de PVC (8 CE).

Correlações avaliadas	r	r^2
Aparência interna X PPO	0,000	0,000
Aparência interna X POD sol	0,000	0,000
Aparência interna X compostos fenólicos totais	0,000	0,000
PPO X compostos fenólicos totais	- 0,383	0,147
POD sol X compostos fenólicos totais	- 0,111	0,012
POD lig X compostos fenólicos totais	- 0,198	0,147
POD lig X PME	- 0,669	0,447
SST X ATT	0,460	0,212

* $r < 0,35$ = correlação leve; r entre 0,36 e 0,75 = correlação moderada; $r > 0,76$ = correlação forte

7. CONCLUSÕES

1) O tratamento hidrotérmico não teve influência sobre o tempo de armazenamento de frutos de atemóia “Thompson”, no entanto, a embalagem contribuiu para a manutenção da aparência externa durante o período total do armazenamento de atemóias “Thompson” nas temperaturas de 15 e 8°C, 18 e 21 dias, respectivamente. Em relação aos frutos à temperatura ambiente (CTA) a temperatura de 15°C duplicou o tempo de armazenamento e a de 8°C praticamente o triplicou.

2) O tratamento hidrotérmico em si não exerceu influência na evolução da aparência externa dos frutos armazenados a 15°C sem embalagem (15 SE), no entanto apresentou efeito negativo nos frutos à 8°C na mesma condição (8 SE), que atingiram índice de escurecimento limite (70%) antes do respectivo controle (C8).

3) O tratamento hidrotérmico associado à embalagem contribuiu para a manutenção da aparência interna na evolução do armazenamento de atemóia “Thompson” à temperatura de 8°C e 15°C, quando comparados aos respectivos controle.

4) A perda média de peso apresentada pelos frutos no decorrer do armazenamento mostrou relação com a temperatura e uso de embalagem, sendo maior a influência desta.

5) O armazenamento a 15 e 8°C retardou a evolução de SST enquanto o tratamento hidrotérmico pareceu não exercer influência sobre esta variável, apenas quando associado à embalagem.

6) O tratamento hidrotérmico não exerceu grande influência sobre as variáveis ATT e pH, no entanto, observamos influência da temperatura de armazenamento e da embalagem.

7) A temperatura de 8°C inibiu a atividade de PPO durante o armazenamento, independente do tratamento e/ou embalagem, contrário ao observado nas outras temperaturas.

8) A atividade da peroxidase ligada manteve-se superior nos frutos armazenados a 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e embalagem. Nas outras temperaturas a perda de atividade relacionou-se com o amadurecimento dos frutos, o que permite afirmar que a enzima pode representar um indicador do processo de amadurecimento de frutos de atemóia “Thompson”.

9) Menor incremento na atividade de PME nos frutos armazenados a 8°C e nos frutos armazenados a 15°C com embalagem (15 CE) parece ter sido influenciado pela temperatura de armazenamento e embalagem, respectivamente.

10) A comparação das correlações obtidas entre todas as variáveis analisadas para o armazenamento à temperatura ambiente (22-25°C) com aquelas obtidas nas condições de 15°C e 8°C, independente do tratamento hidrotérmico e uso de embalagem, indica que o fator temperatura influenciou de forma considerável o metabolismo dos frutos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Z.M.; CHIN, L.H.; MARIMUTHU, M.; LAZAN, H. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharv. Biol. Technol.**, v. 33, p.181–192, 2004.

ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOSCA, J.L.; MOURA, C.F.H.; ALMEIDA, A. DA S. Qualidade de frutas nativas da America Latina para processamento: Ata ou Pinha (*Annona squamosa* L.). **Proc. Interam. Soc. Trop. Hort.** v. 43, p. 77-81, Frutales – October 2001.

ANTHON, G.E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N. et al. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricult. Food Chem.**, v. 50, p.6153-6159, 2002.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; TREVISAN, R. Alterações da atividade da poligalacturonase e pectinametilesterase em amora-preta (*Rubus* spp.) durante o armazenamento. **R. Bras. Agroc.**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 63-66, jan-mar, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS INTERNATIONAL- **Official methods of analysis**. v. 2, chapter 37, p. 1-29, 1995.

AWAD, M.; YOUNG, R.E. Postharvest variation in cellulose, polygalacturonase and pectin methylesterase in 'Avocado' (*Persea americana* Mill cv. Fuerte) fruit in relation to respiration and ethylene production. **Plant Physiol.**, v.64, p.306-308, 1979.

BARROSO, T., MACAU, J. Técnicas de colheita e pós-colheita de frutos tropicais é tema do Dia de Campo na TV, 2004. Disponível em: http://www.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2004/novembro/bn.2004-12-10.8964513122/mostra_noticia. Acesso em 10 de fevereiro de 2007.

- BATTEN, D. J. Effect of temperature on ripening and postharvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill x *A. squamosa* L.) cv. "African Pride". **Scie.Horticu**, v. 45, p129-136, 1990.
- BEERH, O. P.; GIRIDHAR. N.; RAGHURAMAIAH, B. Custard apple (*Annona squamosa* L.) Part I - Physico-morphological characters and chemical composition. **Indian Food Packer**, v.3, p.37, 1983.
- BEN-YEHOSHUA, S.; CAMERON, A.C. Exchange determination of wather vapor, carbon dioxide, oxygen, ethylene and other gases of fruits and vegetables. In: Linskens, H.F.; Jackson, J.F. (Edtrs.) **Modern methods of plants analysis: Gases in plant and microbial cells**. New series. Berlin: Springer-Verlag. v.9, p.177-193, 1989.
- BICALHO, U. de O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. Lavras: UFL, 1998, 145f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras.
- BICALHO, U. de O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Modificações texturais em mamões subtidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagens PVC. **Ciênc. Agrotecnol.**, Lavras, v. 24, n. 1, p.136-146, 2000.
- BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemóia**, São Paulo: Nobel, 1999,184 p.
- BORDIN, M.R. **Embalagem para frutas e hortaliças** In: Tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças. Campinas. 1998. p. 19-27.
- BRADY, C.J. The pectinesterase of pulp banana fruit. **Australian J. Plant Physiol.**, Victoria, v.3, p.163-172, 1976.

- BROWN, B. I.; WONG, L. S.; NISSEN, R. J. Comparative studies on the postharvest physiology of fruit from different species of *Annona* (custard apple). **J. Horticul. Sci.** Ashford, v.63, p. 521-528, 1988.
- CARVALHO, H. A.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, H.S. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v. 25, n.3, p. 605-615, 2001.
- CARVALHO, R.I.N. Fisiologia pós-colheita de espécies frutíferas. In: WACHOWICZ, C.M.; CARVALHO, R.I.N. **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, Coleção Agrárias, 2002, 424 p.
- CASTAÑER, M.; GIL, M.I.; RUÍZ, M.V.; ARTÉS, F. Browning susceptibility of minimally processed baby and romaine lettuces. **Eur. Food. Res. Technol.** v. 209, p. 52-56, 1999.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed., Lavras: UFLA, 2005, 785 p.
- CIA, P.; BENATO, E.A.; SIGRIST, J.M.M.; SARANTOPÓULOS, C.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M. Modified atmosphere packaging for extending the storage life of 'Fuyu' persimon. **Postharv. Biol. Technol.** v.42, p. 228-234, 2006.
- CONCELLÓN, A.; AÑÓN, M.; CHAVES, A. Characterization and changes in polyphenol oxidase from eggplant fruit (*Solanum melongena* L.) during storage at low temperatura. **Food. Chem.**, v.88, p.17-24, 2004.
- CONCELLÓN, A.; MARÍA, C. A.; ALICIA, R. C. Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). **LWT – Food Sci. Technol.**, v. 40, p. 389–396, 2007.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S.; MORO, E.; MACEDO-JUNIOR, E.K.; LOPES, M.C.; VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.23, n.3, Campinas, set/dez. 2003.

DOGAN, S.; TURAN, Y.; ERTÜRK, H.; ARSLAN, O. Characterization and purification of polyphenol oxidase from Artichoke (*Cynara scolymus L.*). **J. Agric. Food Chem.** v.53, n.3, p. 776-785, 2005.

EBDA PESQUISARÁ CULTIVO DA ATEMÓIA. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/ebda/nov01mat-2.htm>. Acesso em: 11 abr. 2006.

EL-HILALI, F.; AIT-OUBAHOU, A.; REMAH, A.; AKHAYAT, O. Chilling injury and peroxidase activity changes in “fortune” mandarin fruit during low temperature storage. **Bulg. J. Plant Physiol.**,v. 29, n. 1–2, p. 44–54, 2003.

FALLIK, E. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). **Postharv. Biol. Technol.** v.32, p.125-134, 2004.

FARINHA, L.R.L. **Aplicação de revestimentos comestíveis em atemóias**. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Agronomia. Universidade Estadual de Londrina, 2000.

FERGUSON, I.B.; BEN-YEHOSHUA, S.; MITCHAM, E.J.; MCDONALD, R.E.; LURIE, S. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. **Postharv. Biol. Technol.**v.21, p. 1-6, 2000.

GELDANAMYCIN: Disease Mechanism I: Protein Aggregation. Disponível em: www.stanford.edu/.../treatmts/pbuildup/h1.html. Acesso em 22 de março de 2007.

- FIGUEIREDO, R.W.; LAJOLO, F.M.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ARAÚJO, N.C.C. Alterações de firmeza, pectinas e enzimas pectinolíticas durante o desenvolvimento e maturação de pedúnculos de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. Var. *nanum*) CCP-76. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.** v. 4, p. 82-86, . Frutales, October, 2001.
- GÓMEZ-GALINDO, F.; HERPPICH, W.; GEKAS, V.; SJÖHOLM, I. Factors affecting quality and postharvest properties of vegetables: Integration of water relations and metabolism. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v. **44**, p. 139–154, 2004.
- GONÇALVES, J.S.; CARVALHO, V.D.; GONÇALVES, J.R.A. Efeito do cloreto de cálcio e do tratamento hidrotérmico na atividade enzimática e no teor de fenólicos do abacaxi. **Pesq. Agropec. Bras.** v.35, n.10, p. 2075-2081, 2000.
- GUIMARÃES, A.A.G., PRAÇA, E.F.; SILVA, P.S.L.; MEDEIROS D.C.; CARNEIRO, C.R. Uso de atmosfera modificada e refrigeração no prolongamento da vida pós-colheita de pinha (*Annona squamosa* L.), 2003. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/poscolheita/352.htm. Acesso em: 06 fev. 2006
- GUTIERREZ M.; DEL MAR SOLA, M.; PASCUAL, L.; RODRIGUEZ-GARCIA, M. I. ; VARGAS, A. M. Ultrastructural changes in cherimoya fruit injured by chilling. **Food struct.**, vol. 11, n^o4, pp. 323-332, 1992.
- HARRIMAN, R.W.; TIEMAN, D.M.; HANDA, A.K. Molecular cloning of tomatos pectin methylesterase gene and its expression in rutgers, ripening inhibitor, nonripening, and never ripe tomatos fruits. **Plant Physiol.**, v.97, p.80-87, 1991.
- HISAMINATO, H.; MURATA, M.; HOMMA, S. Relationship between the enzymatic browning and pnenylalanine ammonia-lyase activity of cut lettuce, and the prevention of browning by inhibitors of polyphenol biosynthesis. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** v. 65, n. 5, p. 1016-1021, 2001.

HONG, S.I.; LEE, H.H.; KIM, D. Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control. **Postharv. Biol. Technol.** v.43, p. 271-279, 2007.

JESSUP, L.W. Australian *Annonaceae* in an Asian-Pacific context. **Proceed. Ecol. Soc. Austr.**, v.15, p.249-57, 1988.

JUNIOR, E.J.S. **Melhoramento da Anonáceas.** Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6641. Acesso em 15 de setembro de 2007.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: **Postharv. Technol. Hortic. crops.** Oakland: University of California (Publication, 3311), 1992, p. 15-20.

KADER, A.A.; ZAGORYD, D.; KERBER, E.L.. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Cri. Ver. Food Sci. Nutra*, v.2, n.1, p.1-30, 1989.

KADER, A.A.; ARPAIA, M.L. **Chirimoya, atemoya y anona: Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha.** Disponível em: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Chirimoya.shtml>. Acesso em 15 de janeiro de 2008.

KAVATI, R. O cultivo da atemóia. In: DONADIO, L.C.; MARTINS, A.B.G.; VALENTE, J.P. (Ed.). **Frutic. Tropic.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.39-70.

KAYS, S.J. 1991. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York, AVI. 532p.

KERTESZ, Z. I. Pectic enzymes. In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. **Methods in enzymology.** New York: Academic Press, 1955, v.1, p. 1581.

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

KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Sta Clara'. **Sci. Agric.** v.54, n.1-2, 1997.

LEITE, L. G. A. Demanda e caracterização de frutas e derivados. In: Encontro de Fruticultura de Clima Temperado, 1997, Poços de Caldas. **Anais**. Lavras: EPAMIG:UFLA, 1997. p. 37-42.

LIMA, L.C. de O.; SCALON, S. de P.Q.; SANTOS, J.E.S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica*) cv. 'Haden' embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 18, n.1, p. 55-63, 1996.

LIMA, C.L.C. **Uso de ceras e do cálcio, associados ou não, na conservação pós-colheita de frutos da pinheira (*Annona squamosa* L.) armazenados ao ambiente ou sob refrigeração**. Botucatu: UNESP, 2000, 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas Botucatu- Universidade Estadual Paulista.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; DE ASSIS, J.S. FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva 'itália' sob influência do cálcio, durante a maturação. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.35, n.12, p.2493-2499, dez. 2000

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Avaliação da Qualidade e da Suscetibilidade ao Escurecimento Oxidativo de Graviola (*Annona muricata* L.) Durante a Maturação Pós-Colheita. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, v. 46, p. 23-26. Fruit/Frutales, October, 2002.

LOURENCO, E.J., NEVES, V.A., Da SILVA, M.A. Polyphenoloxidase from sweet potato: Purification and properties. **J.Agr. Food Chem.**, v. 40, p.2369-2373, 1992.

LURIE, S. Antioxidants, In HODGES, DM (Ed). **Postharvest oxidative stress in horticultural crops**. New York: Food Products Press, 2003, cap.7, p. 138-139.

LURIE, S. Postharvest heat treatments. **Postharv. Biol. Technol.** v.14, p.257-269, 1998.

MALAKOU, A.; NANOS, G.D. A combination of hot water treatment and modified atmosphere packaging maintains quality of advanced maturity 'Caldesi 2000' nectarines and 'Royal Glory' peaches. **Postharv. Biol. Technol.** v.38, p. 106-114, 2005.

MARANGONI A.G.; PALMA ,T.;STANLEY, D. W. Membrane effects in postharvest physiology. **Postharv. Biol. Technol.** v. 7, p. 193-217, 1996.

MARANGONI, A.G.; BUTUNER, Z.; SMITH, J.L. Physical and biochemical changes in the microsomal membranes of tomato fruit associated with acclimation to chilling. **J. Plant Physiol.**, v.135, p.653-661, 1990.

MARTINS, F.W.; CAMPBELL, C.W.; RUBERTÉ,R.M. **Perennial edible fruits of the tropics**. USDA. 1987. 247 p.

MC CREAD, P.M., MC COOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials. **Anal. Chem.**, v.24, n.12, p.1586-1952.

MC DERMOTT, J.H. Antioxidant nutrients: current dietary recommendations and research update. **J. Am. Pharm. Assoc.** v.40, p. 785–799, 2000.

MELO, M.R.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; POMMER, C.V. Conservação refrigerada de cherimóia embalada em filme plástico com zeolite. **Bragantia.** v.61, n.1, 2002.

MERODIO, C.; DE LA PLAZA, J.L. In: MITRA, S. (1997). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. CAB International: Wallingford, 423p.

MORTON, J.(Ed.) Atemoya. In: **Fruits of warm climates**. Miami. p.72-75, 1987. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/atemoya.html>. Acesso em: 11 abr. 2006.

MOSCA, J. L. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de atemóia (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner**. Botucatu: UNESP, 2002. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – Universidade Estadual Paulista.

MOTA, R. V.; CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; PURGATTO, E.; ROSSETO, M. R. M.; LAJOLO, F. M. Activity and expression of banana starch-phosphorylase during fruit development and ripening. **Planta**, v. 216, p. 325-333, 2002.

MURRAY, R.; LUCANGELI, C.; POLENTA, G.; BUDDE, C. Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of 'Flavorcrest' peach. **Postharv. Biol. Technol.**, v. 44, p. 116–121, 2007.

NASCENTE, A. S. **A fruticultura no Brasil**. Embrapa Rondônia. Disponível em: http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/frut_brasil.html. Acesso em: 20 de julho de 2007.

NASCIMENTO, J. R. O. ; VIEIRA JUNIOR, A.; BASSINELO, P.; CORDENUNSI, B. R.; MAINARDI, J. A.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F. M. Beta-amylase expression and starch degradation during banana ripening. **Postharv. Biol. Technol.**, v. 40, p. 41-47, 2006.

NERES, C.R.L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E.R.; MOTA, W.F.; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de etileno de baixa densidade. **Bragantia**, v. 63, n.3, p.431-438, 2004.

NEVES, V.A. Ionically bound peroxidase from peach fruit. **Braz. Arch.Biol.Technol.** v.45, n.1, p.7-16, 2002.

NEVES, L. C.; BENDER, R.J.; ROMBALDI, C.V.; VIEITES, R.L. Armazenagem em atmosfera modificada passiva de carambola azeda (*Averrhoa carambols L.*) cv. "Golden Star". **Rev. Bras. Frutic.**, v.26, n.1, p.13-16, 2004.

NGUYEN, T.B.T.; KETSA, S.; DOORN, W.G.V. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharv. Biol. Technol.** v. 30, p. 187-193, 2003.

NEVES, V. A.; LOURENÇO, E. J. Peroxidase from peach fruit: Thermal stability. **Braz. Arch.Biol.Technol.** v. 41, n.2, p. 179-186, 1998.

NISHIBA, I.; MURATA, N. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: The crucial contribution of membrane lipids. **Annual Review of Plant Physiol. and Plant Molec. Biol.** v. 47, p. 541-568, 1996.

OMS e FAO anunciam estratégia integrada para promover o consumo de frutas e verduras, 2003. Disponível em: http://www.who.int/hpr/NPH/fruit_and_vegetables/fruit_vegetables_pr_por.pdf. Acesso em: 20 de fevereiro de 2007.

PARKING, K.L.; MARAGONI, A.; JACKMAN, R.L. et al. Chilling injury. A review of possible mechanism. **J. Food Biochem.**, v.13, p.127-132, 1989.

PAULL, R.E.; DEPUTY, J.; CHEN, N.J. Changes in organic acids, sugars and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata* L.) **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.**, v. 108, n.6, p. 931-934, 1983.

PAULL, R. E. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. **Postharv. Biol. Technol.**, v.8, p.329-334, 1996.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Heat treatment and fruit ripening. **Postharv. Biol. Technol.** v.21, p. 21-37, 2000.

PEREZ, L.H. Informações econômicas. **Frutas de caroço: produção e importação em 1996-2005**. SP, v.36, n.11, nov. 2006.

PÉREZ-TELLO; G.O.; SILVA-ESPINOZA, B.A.; VARGAS-ARISPURO, I.; BRICEÑO-TORRES, B.O.; MARTINEZ-TELLEZ, M.A. Effect of temperature on enzymatic and physiological factors related to chilling injury in carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.). **Biochem. Biophys. Res. Commun.** v. 287, n. 4, p. 846-851, 2001.

PEROSA, J.M.Y.; PIERRE, F.C. Técnicas pós-colheita e expansão da cultura da manga no estado de São Paulo. **Rev. Bras. Frutic.**, v 24, n.2, aug, 2002.

RICHARD-FORGET, F. C.; GAUILLARD, F. A. Oxidation of chlorogenic acid, catechins, and 4-methylcatechol in model solutions by combinations of pear (*Pyrus communis* Cv. Williams) polyphenol oxidase and peroxidase: A possible involvement of peroxidase in enzymatic browning. **J. Agric. Food Chem.** v.45, p. 2472-2476, 1997.

ROBARDS, K. et al. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chem.**, v.66, p.401-436, 1999.

- RODRIGUEZ, S.; CASÓLIBA, R.S.; QUESTA, A.G.; FELKER, P. Hot water treatment to reduce chilling injury and fungal development and improve visual quality of two *Opuntia ficus indica* fruit clones. **J. Arid Environm.**, v.63, p.366-378, 2005.
- SABEHAT, A.; WEISS, D.; LURIE, S. The correlation between heat-shock protein accumulation and persistence and chilling tolerance in tomato fruit. **Plant. Physiol.** v.110, p.531-537, 1996.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables. 2nd ed., v.1. **Fresh fruits and vegetables**. 315 p. CRC Press, Boca Raton: Florida, 1991.
- SALVEIT, M.E. Is it possible to find an optimal controlled atmosphere? **Postharv. Biol. Technol.** v.27, p. 3-13, 2003.
- SANTIAGO, A.S.; CONEGLIAN, R.C.C.; BUSQUET, R.N.B.; VITAL, H. Avaliação Pós-colheita de frutos de pinha submetidos a diferentes tratamentos pós-colheita, 2002. Disponível em: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/poscolheita/904.htm. Acesso em: 15 de julho de 2006
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L. Embalagens para vegetais minimamente processados- Fresh cut. In: **Seminário sobre hortaliças minimamente processadas**, 1999. Piracicaba: S.P. ESALQ-USP, 6p. Apostila.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**.1993. London: Chapman & Hall. p. 152-187.
- SILVA, J. M. M. Mercados nacional e internacional de frutas frescas (perspectivas de exportação). In: Encontro de fruticultura de clima temperado, 1., 1996, Poços de Caldas. **Anais**. Lavras: EPAMIG: UFLA, 1996. p. 1-10.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid. **Am. J. Etnol. Vitic.**, v. 16, p. 416-417, 1965.

SIMONOVSKA, B. et al. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. **J. Chromatogr. A.**, v.1016, p.89-98, 2003.

TAKAHAMA et al. Flavonoids and some other phenolics as substrates of peroxidases: physiological significance of the redox reactions. **J. Plant Res.**, p. 301-309, 2002.

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; ALVES, R.E.; O'HARE, T.J. Use of modified atmosphere to extend shelf life of fresh-cut carambola (*Averrhoa carambola* L. cv. Fwang Tung). 2007. **Postharv. Biol. Technol.** Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em 26 de fevereiro de 2007.

TESSER, S.M.; FERREIRA, G.; DETONI, A.M.; DIAS, G.B.; TESSER J. Caracterização da Atemóia (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosa* L.) Cultivar Thompson. Disponível em: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/outros/363.htm. Acesso em 12 de agosto de 2007.

THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V.D.; ABREU, C.M.P.; NUNES, R.P.; PINTO, N.A.V.D. Modificações na atividade enzimática em abacaxi "*Smooth Cayenne*" em função da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação. **Ciênc. Agrotec.** v. 25, n. 2, p. 364-370, 001.

TOKUNAGA, T. **A cultura da atemóia**. Campinas: CATI (B. técnico 233), 2000, 80p.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **J. Sci. Food Agric.** v. 81, p. 853-876, 2001.

- VAMOS-VIGYAZO, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruit and vegetables. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.15, p.49-127, 1981.
- VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P.; CÂMARA, F.L.A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Sci. Agric.** v.56, n.3, jul. 1999.
- VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para hortaliças e frutas. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p.98-121.
- WANG, C.Y. Approaches to reduce chilling injury of fruit and vegetables. **Hortic. Rev.**, v. 15, p. 63-95, 1993.
- WANG, C. Y. Chiling injury of tropical horticultural commodities. **HortScience**, v.29, n.9, p.986-988, 1994.
- WILLS, R.B.H.; POI, A.; GREENFELD, H.; RIGNEY, C.J. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effects of storage temperature on ripening. **HortScience**, v.19, n.1, p.96-97, 1984.
- WOOLF, A.B.; BOWEN, J.H.; BALL, S.; DURAND, S.; LAIDLAW, W.G; FERGUSON, I.B. A delay between a 38°C pretreatment and damaging high and low temperature treatments influences pretreatment efficacy in “Hass” avocados. **Postharv. Biol. Technol.**, v.34, p.143-153, 2004.
- YAMASHITA, F.; MIGLIORANZA; L.H.S., MIRANDA; L.A.; SOUZA, C.M.A. Effects of packaging and temperature on postharvest of atemoya, **Rev. Bras. Frutic.** v. 24, n.3, p. 658-660, 2002.

YANG, B.; SHIPING, T.; HONGXIA, L.; JIE, Z.; JIANKANG, C.; YONGCAI, L.; WEIYI, Z. Effect of temperature on chilling injury, decay and quality of Hami melon during storage. **Postharv. Biol. Technol.**, v. 29, p. 229-232, 2003.

YAO, L.H.; JIANG, Y.M.; SHI, J.; Tomás-Barberán, F.A.; Datta, N.; Singanusong, R.; Chen, S.S. Flavonoids in food and their health benefits. **Plant Foods Human Nutr.** v.59, p. 113-122, 2004.

XISTO, A. L. R. P. et al. Textura de goiabas “Pedro Sato” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Cienc. Agrotec.**, v.28, n.1, p. 113-118, jan/fev. 2004.

ZAGORY, D.L.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technol.**, v. 42, n. 9, p. 70-77, 1988.

ZAWISTOWSKI, J, BILIADERIS, C. G., ESKIN, N. Polyphenol Oxidase. In: ROBINSON, D.S.; ESKIN, N.A.M. (Edtrs). **Oxidative Enzymes in Foods**, London: Elsevier Science, 1991, p. 217-273.

ZHANG, J.; HUANG, W.; PAN, Q.; LIU, Y. Improvement of chilling tolerance and accumulation of heat shock proteins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Jingxiu) by heat pretreatment. **Postharv. Biol. Technol.**, v. 38, p. 80–90, 2005.

ZHOU, T; SHYING, X.; SUN, D.; WANG, C.Y. Effects of heat treatment on postharvest quality of peaches. **J. Food Eng.**, n.54, p.17-23, 2002.

APÊNDICE

Tabela 01 B. Análise descritiva da aparência externa e interna de frutos de atemóia var. “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Tratamento*	Min.	Máx.	Média \pm dp	Mediana
Aparência externa:				
CTA	1,00	5,00	3,75 \pm 1,23	4,00
C15	3,00	5,00	4,02 \pm 0,82	3,75
15 SE	1,00	5,00	3,38 \pm 1,32	4,00
15 CE	2,00	5,00	4,19 \pm 0,84	4,50
C8	1,00	5,00	4,00 \pm 1,12	4,00
8 SE	1,00	5,00	3,40 \pm 1,17	3,50
8 CE	4,00	5,00	4,46 \pm 0,41	4,50
Aparência Interna:				
CTA	2,50	5,00	3,98 \pm 0,88	4,13
C15	3,50	5,00	4,38 \pm 0,59	4,50
15 SE	2,50	5,00	4,14 \pm 0,88	4,75
15 CE	3,00	5,00	4,44 \pm 0,68	4,75
C8	2,50	5,00	4,62 \pm 0,79	5,00
8 SE	4,50	5,00	4,95 \pm 0,15	5,00
8 CE	5,00	5,00	5,00 \pm 0,00	5,00

Avaliações feitas com escala variando de 1 a 5, onde, Aparência externa: 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 = frutos impróprios para comercialização. Aparência Interna: 1 = muito ruim, polpa escurecida, 3= leve descoloração e 5 = nenhuma descoloração, polpa extremamente clara. Notas < 3 = frutos comercialmente inaceitáveis.

* **CTA**: controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 \pm 10% UR); **C15**: controle a 15 \pm 1°C e 70-75% UR; **C8**: controle a 8 \pm 1°C e 70-80% UR; **15 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE**: 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 02: Avaliação da aparência externa e interna de frutos de atemóia var. “Thompon” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
Aparência Externa:							
0	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a
3	4,50 ^a	5,00 ^a	4,50 ^a	4,00 ^a	4,00 ^a	4,50 ^a	4,00 ^a
6	3,50 ^{bc}	3,50 ^c	4,75 ^a	4,50 ^a	3,50 ^{bc}	4,50 ^a	4,50 ^{ab}
9	2,50 ^c	3,50 ^b	4,50 ^a	4,50 ^a	4,00 ^{ab}	4,50 ^a	4,00 ^{ab}
12	-	3,00 ^b	4,00 ^a	4,50 ^a	2,50 ^b	4,50 ^a	3,00 ^b
15	-	-	3,50 ^{ab}	4,00 ^a	3,00 ^b	4,50 ^a	1,00 ^c
18	-	-	1,50 ^b	4,50 ^a	1,00 ^b	3,50 ^a	1,50 ^b
21	-	-	-	4,50 ^a	-	2,50 ^b	-
Aparência Interna:							
0	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a
3	4,50 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a
6	3,50 ^c	3,50 ^c	4,50 ^{ab}	5,00 ^a	4,50 ^a	5,00 ^a	4,50 ^b
9	3,00 ^c	4,00 ^b	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	4,00 ^b
12	-	3,50 ^b	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	4,00 ^b	3,50 ^b
15	-	-	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	3,50 ^b	3,00 ^c
18	-	-	3,50 ^b	5,00 ^a	5,00 ^a	3,50 ^b	2,50 ^c
21	-	-	-	5,00 ^a	-	3,50 ^b	-

Avaliações feitas com notas variando de 1 a 5, onde, Aparência externa: 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 = frutos impróprios para comercialização. Aparência Interna: 1 = muito ruim, polpa escurecida, 3= leve descoloração e 5 = nenhuma descoloração, polpa extremamente clara. Notas < 3 = frutos comercialmente inaceitáveis. Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 03: Análise descritiva da perda de peso (%) apresentada durante armazenamento em diferentes temperaturas de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média ± dp	Mediana
CTA	0,00	26,37	12,98 ± 9,43	13,37
C15	0,00	15,75	8,97 ± 5,48	10,18
15 SE	0,00	21,40	11,93 ± 7,01	12,68
15 CE	0,00	4,42	2,17 ± 1,29	2,26
C8	0,00	20,52	9,90 ± 5,64	9,73
8 SE	0,00	18,19	9,48 ± 6,42	8,16
8 CE	0,00	2,62	1,46 ± 0,72	1,65

Tabela 04: Avaliação da porcentagem de perda de peso apresentada por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos durante o armazenamento sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	-	-	-	-	-	-	-
3	10,97 ^a	6,87 ^b	6,24 ^b	0,92 ^d	3,15 ^c	1,08 ^d	6,02 ^b
6	16,42 ^a	10,18 ^b	7,43 ^c	1,46 ^d	8,00 ^c	1,31 ^d	8,68 ^c
9	24,47 ^a	12,76 ^b	9,27 ^{bc}	1,42 ^d	7,58 ^c	2,05 ^d	12,68 ^b
12	-	15,29 ^a	13,34 ^a	1,68 ^b	13,21 ^a	2,76 ^b	15,89 ^a
15	-	-	12,64 ^b	2,38 ^c	16,34 ^{ab}	3,22 ^c	17,52 ^a
18	-	-	17,87 ^{ab}	1,85 ^c	17,53 ^b	3,11 ^c	20,89 ^a
21	-	-	-	2,03 ^b	-	3,86 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 05: Análise descritiva do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix)* durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.

Tratamento*	Min.	Máx.	Média ± dp	Mediana
CTA	7,8	26,6	20,0 ± 7,5	22,8
C15	7,8	27,0	20,1 ± 7,3	23,8
15 SE	7,8	29,2	21,3 ± 7,1	25,0
15 CE	7,8	25,2	17,9 ± 6,2	20,0
C8	7,8	23,6	15,9 ± 4,9	16,0
8 SE	7,8	21,4	14,6 ± 4,8	14,6
8 CE	7,8	18,0	14,4 ± 3,3	15,4

calculado conforme descrito em material e métodos

Tabela 06: Avaliação do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) apresentado nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Tratamento *						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	8,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a	8,0 ^a
3	21,6 ^a	16,4 ^b	12,0 ^d	11,8 ^d	9,8 ^f	11,0 ^e	14,2 ^c
6	24,0 ^a	23,8 ^a	13,8 ^c	12,4 ^d	11,6 ^e	13,2 ^c	22,0 ^b
9	26,6 ^a	25,4 ^b	16,0 ^d	15,2 ^e	14,6 ^e	18,0 ^c	25,2 ^b
12	-	26,8 ^a	20,0 ^c	15,8 ^e	18,0 ^d	25,2 ^b	25,0 ^b
15	-	-	18,2 ^d	17,4 ^e	19,0 ^c	23,4 ^b	29,2 ^a
18	-	-	23,2 ^b	17,4 ^d	21,2 ^c	22,4 ^b	26,0 ^a
21	-	-	-	18,0 ^b	-	22,0 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 07: Análise descritiva do pH e acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média \pm dp	Mediana
ATT				
CTA	0,121	0,298	0,215 \pm 0,067	0,228
C15	0,108	0,282	0,180 \pm 0,061	0,162
15 SE	0,108	0,271	0,189 \pm 0,062	0,189
15 CE	0,081	0,162	0,126 \pm 0,024	0,135
C8	0,108	0,217	0,147 \pm 0,034	0,135
8 SE	0,108	0,217	0,150 \pm 0,031	0,135
8 CE	0,081	0,162	0,135 \pm 0,021	0,135
pH				
CTA	4,64	5,81	5,10 \pm 0,47	4,99
C15	4,78	5,81	5,64 \pm 0,09	5,62
15 SE	4,74	5,81	5,26 \pm 0,37	5,24
15 CE	5,73	6,23	5,89 \pm 0,15	5,83
C8	5,52	5,81	5,64 \pm 0,09	5,62
8 SE	5,47	5,88	5,75 \pm 0,13	5,80
8 CE	5,73	5,95	5,83 \pm 0,06	5,83

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 \pm 10% UR); **C15:** controle a 15 \pm 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 \pm 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 08: Avaliação da acidez total titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa) e pH nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
ATT							
0	0,129 ^a	0,129 ^a	0,129 ^a	0,129 ^a	0,129 ^a	0,129 ^a	0,129 ^a
3	0,180 ^a	0,117 ^b	0,126 ^b	0,090 ^b	0,117 ^b	0,090 ^b	0,126 ^b
6	0,280 ^a	0,163 ^b	0,110 ^c	0,144 ^b	0,144 ^b	0,090 ^c	0,126 ^{bc}
9	0,270 ^a	0,219 ^b	0,180 ^c	0,117 ^d	0,144 ^d	0,130 ^d	0,262 ^a
12	-	0,274 ^a	0,163 ^c	0,144 ^d	0,186 ^b	0,137 ^d	0,186 ^b
15	-	-	0,126 ^c	0,144 ^{bc}	0,133 ^c	0,133 ^c	0,270 ^a
18	-	-	0,198 ^a	0,143 ^b	0,198 ^a	0,153 ^b	0,226 ^a
21	-	-	-	0,157 ^a	-	0,144 ^b	-
pH							
0	5,76 ^a	5,76 ^a	5,76 ^a	5,76 ^a	5,76 ^a	5,76 ^a	5,76 ^a
3	5,26 ^f	5,69 ^{de}	5,73 ^d	5,94 ^b	5,86 ^c	6,19 ^a	5,62 ^e
6	4,72 ^g	5,31 ^f	5,62 ^d	5,77 ^c	5,84 ^b	6,05 ^a	5,50 ^e
9	4,64 ^f	5,08 ^e	5,60 ^c	5,80 ^a	5,68 ^b	5,79 ^a	5,24 ^d
12	-	4,79 ^e	5,67 ^c	5,88 ^a	5,79 ^b	5,80 ^b	5,11 ^d
15	-	-	5,53 ^b	5,82 ^a	5,83 ^a	5,84 ^a	4,75 ^c
18	-	-	5,52 ^b	5,84 ^a	5,48 ^b	5,81 ^a	4,84 ^c
21	-	-	-	5,86 ^a	-	5,89 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 09: Análise descritiva do conteúdo de compostos fenólicos totais (mg/g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média ± dp	Mediana
CTA	2,06	3,92	3,30 ± 0,75	3,62
C15	2,06	3,99	2,95 ± 0,63	2,80
15 SE	2,06	3,95	3,16 ± 0,53	3,28
15 CE	2,06	3,58	2,91 ± 0,44	3,05
C8	2,06	4,31	3,21 ± 0,71	3,21
8 SE	2,06	4,05	3,00 ± 0,62	3,08
8 CE	2,03	3,98	2,85 ± 0,58	2,84

Tabela 10: Avaliação do conteúdo de compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico/100g de polpa) apresentado nos diferentes dias por frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	2,08 ^a	2,08 ^a	2,08 ^a	2,08 ^a	2,08 ^a	2,08 ^a	2,08 ^a
3	3,44 ^a	3,18 ^a	2,87 ^c	2,04 ^d	2,31 ^d	2,62 ^c	3,52 ^a
6	3,83 ^a	2,80 ^c	3,72 ^a	2,83 ^c	2,89 ^{bc}	2,54 ^d	3,12 ^b
9	3,87 ^a	2,69 ^d	3,76 ^a	3,09 ^c	3,01	3,15 ^{bc}	3,35 ^b
12	-	3,97 ^a	2,48 ^c	2,84 ^b	3,99 ^a	3,00 ^b	2,99 ^b
15	-	-	3,21 ^b	2,71 ^c	3,41 ^b	3,44 ^b	3,80 ^a
18	-	-	4,18 ^a	3,13 ^b	3,22 ^b	3,26 ^b	3,28 ^b
21	-	-	-	3,96 ^a	-	3,08 ^b	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 11: Análise descritiva da atividade enzimática de polifenoloxidase (PPO) expressa em UA/g de polpa durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados em diferentes temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média \pm dp	Mediana
CTA	435,00	22320,00	11158,96 \pm 8896,82	10790,00
C15	435,00	22272,00	9758,43 \pm 8666,19	7936,00
15 SE	435,00	26720,00	13447,36 \pm 9212,26	17484,00
15 CE	435,00	20336,00	10928,77 \pm 7855,87	14160,00
C8	255,00	9114,00	2227,02 \pm 3120,11	449,50
8 SE	435,00	6240,00	2608,98 \pm 1914,78	1848,00
8 CE	210,00	7616,00	1936,33 \pm 2571,49	605,50

Tabela 12: Avaliação da atividade de polifenoloxidase, PPO, (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	449,50 ^a	449,50 ^a	449,50 ^a	449,50 ^a	449,50 ^a	449,50 ^a	449,50 ^a
3	5430,00 ^c	1890,00 ^d	9114,00 ^a	7424,00 ^b	1632,00 ^d	780,00 ^e	1600,00 ^d
6	20736,00 ^b	22240,00 ^a	790,50 ^e	1063,00 ^e	833,00 ^e	2883,00 ^d	19500,00 ^c
9	17980,00 ^a	16320,00 ^a	315,00 ^d	480,00 ^d	6180,00 ^c	12360,00 ^b	17484,00 ^a
12	-	7936,00 ^c	4408,00 ^d	225,00 ^f	1848,00 ^e	20212,00 ^b	26624,00 ^a
15	-	-	368,00 ^d	666,50 ^d	3456,00 ^c	16684,00 ^b	18084,00 ^a
18	-	-	360,00 ^e	4752,00 ^c	3840,00 ^d	17520,00 ^a	10320,00 ^b
21	-	-	-	313,50 ^b	-	16200,00 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 \pm 10% UR); **C15:** controle a 15 \pm 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 \pm 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 13: Análise descritiva da atividade enzimática de peroxidase solúvel, PODsol (UA/g de polpa), durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média ± dp	Mediana
CTA	4524,00	24120,00	18434,00 ± 7485,32	21558,00
C15	4524,00	34176,00	16601,13 ± 9732,30	12450,00
15 SE	4524,00	23133,00	15888,14 ± 6618,57	18228,00
15 CE	1980,00	22605,00	14795,00 ± 6815,91	16409,00
C8	4080,00	20150,00	10438,29 ± 5339,79	9540,00
8 SE	4524,00	18900,00	11688,24 ± 4260,06	12172,00
8 CE	3267,00	15190,00	9883,02 ± 3838,00	10980,00

Tabela 14: Avaliação da atividade de peroxidase solúvel, POD sol, (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	7395,00 ^a	7395,00 ^a	7395,00 ^a	7395,00 ^a	7395,00 ^a	7395,00 ^a	7395,00 ^a
3	19260,00 ^a	12450,00 ^b	19530,00 ^a	6976,00 ^c	5856,00 ^d	2010,00 ^e	6080,00 ^d
6	24048,00 ^a	11648,00 ^e	14539,00 ^c	11424,00 ^e	12172,00 ^d	14508,00 ^c	19140,00 ^b
9	23932,00 ^b	33408,00 ^a	9540,00 ^g	10980,00 ^f	15000,00 ^e	22560,00 ^c	18228,00 ^d
12	-	19220,00 ^b	12876,00 ^d	10980,00 ^e	10136,00 ^f	17360,00 ^c	22400,00 ^a
15	-	-	5760,00 ^d	15066,00 ^b	13888,00 ^c	15364,00 ^b	22572,00 ^a
18	-	-	4080,00 ^d	13464,00 ^c	17460,00 ^{ab}	18600,00 ^a	16800,00 ^b
21	-	-	-	3267,00 ^b	-	20520,00 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 15: Análise descritiva da atividade enzimática de peroxidase ligada, POD lig (UA/g de polpa), durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média \pm dp	Mediana
CTA	30,00	638,75	318,59 \pm 270,61	306,25
C15	30,00	638,75	281,27 \pm 243,98	150,00
15 SE	22,50	638,75	167,43 \pm 200,90	60,00
15 CE	45,00	705,00	370,77 \pm 232,36	376,25
C8	252,00	770,00	524,06 \pm 148,69	525,00
8 SE	411,25	1062,50	625,94 \pm 216,44	518,37
8 CE	306,00	819,00	512,79 \pm 161,48	517,31

Tabela 16: Avaliação da atividade de peroxidase ligada, POD lig, (UA/g de polpa) em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	554,9 ^a	554,9 ^a	554,9 ^a	554,9 ^a	554,9 ^a	554,9 ^a	554,9 ^a
3	594,5 ^c	574,0 ^c	746,7 ^b	342,0 ^e	822,5 ^a	400,7 ^d	373,3 ^d
6	35,0 ^g	150,0 ^e	551,2 ^d	809,9 ^b	1048,9 ^a	690,0 ^c	77,5 ^f
9	90,0 ^c	90,0 ^c	627,3 ^a	514,1 ^b	484,2 ^b	630,0 ^a	35,0 ^c
12	-	37,5 ^d	501,7 ^c	653,3 ^a	569,5 ^b	50,0 ^d	30,0 ^d
15	-	-	261,7 ^c	530,8 ^a	467,0 ^b	175,0 ^d	60,0 ^e
18	-	-	425,0 ^a	373,3 ^b	434,6 ^a	118,8 ^c	41,3 ^d
21	-	-	-	324,0 ^a	-	346,7 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 \pm 10% UR); **C15:** controle a 15 \pm 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 \pm 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.

Tabela 17: Análise descritiva da atividade enzimática de pectinametilesterase, PME (UA/g de polpa) durante o armazenamento de frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e temperaturas.

Armazenamento*	Min.	Máx.	Média \pm dp	Mediana
CTA	7,35	22,79	13,73 \pm 5,96	12,31
C15	6,41	16,09	10,21 \pm 3,72	8,19
15 SE	6,91	18,70	12,78 \pm 4,07	13,65
15 CE	5,79	19,44	10,46 \pm 4,01	9,76
C8	6,51	10,85	8,36 \pm 1,45	7,70
8 SE	6,41	12,60	9,32 \pm 2,22	9,71
8 CE	5,88	17,34	8,64 \pm 3,62	7,36

Tabela 18: Avaliação da atividade de pectinametilesterase, PME (UA/g de polpa), em frutos de atemóia “Thompson” submetidos a diferentes tratamentos e armazenados sob diferentes temperaturas.

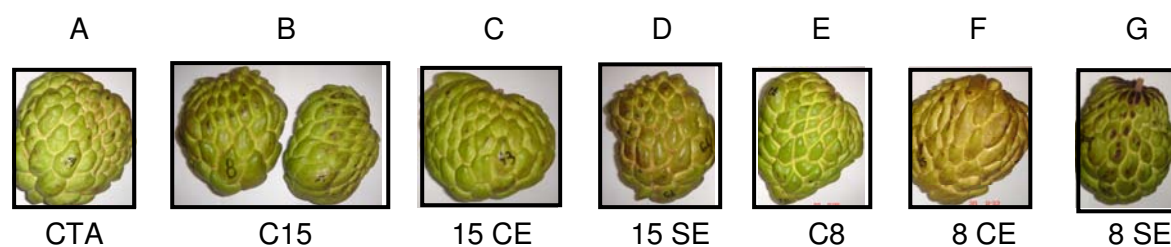
Dias	Armazenamento*						
	CTA	C15	C8	8 CE	8 SE	15 CE	15 SE
0	7,47 ^a	7,47 ^a	7,47 ^a	7,47 ^a	7,47 ^a	7,47 ^a	7,47 ^a
3	10,42 ^b	8,19 ^d	9,50 ^c	7,99 ^e	11,78 ^a	5,83 ^f	6,91 ^f
6	22,68 ^a	6,48 ^{de}	6,97 ^d	6,02 ^e	6,48 ^{de}	9,80 ^c	16,45 ^b
9	14,28 ^a	12,92 ^b	6,72 ^e	6,18 ^f	7,15 ^d	8,11 ^c	14,12 ^a
12	-	15,75 ^a	7,65 ^d	6,27 ^e	9,92 ^c	10,09 ^c	12,35 ^b
15	-	-	9,52 ^b	7,24 ^c	9,89 ^b	9,71 ^b	13,65 ^a
18	-	-	10,73 ^d	10,77 ^d	12,48 ^c	13,31 ^b	18,47 ^a
21	-	-	-	17,23 ^b	-	19,32 ^a	-

Medianas seguidas de letras minúsculas iguais na horizontal não diferem entre si pelo teste de Dunn (5% de probabilidade).

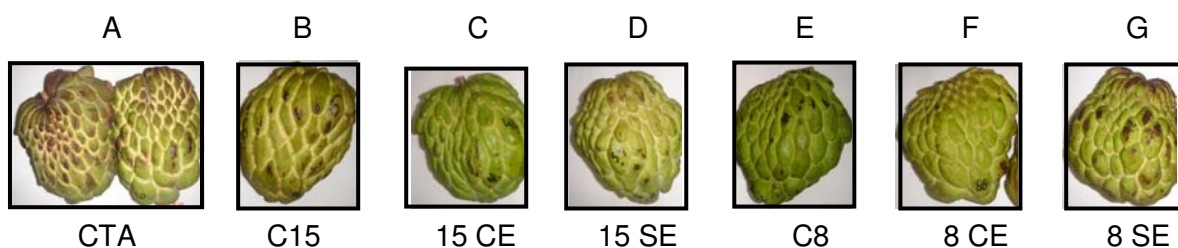
* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 \pm 10% UR); **C15:** controle a 15 \pm 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 \pm 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 \pm 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 \pm 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.



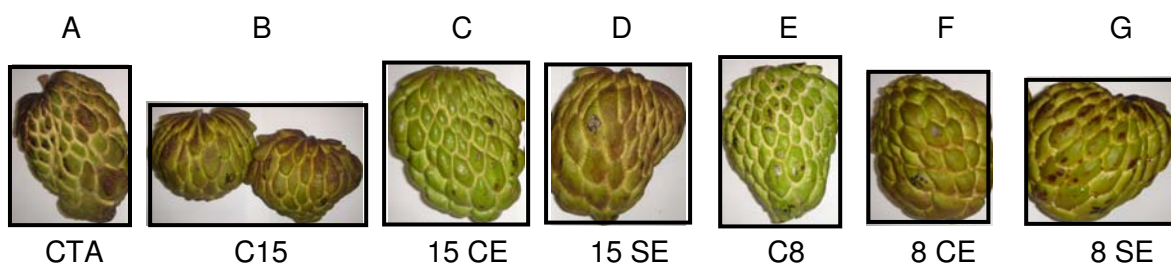
Foto 01: Aparência externa dos frutos de atemóia “Thompson” no início do experimento (dia 0).



Fotos 02A a 02G: Aparência externa dos frutos de atemóia “Thompson” no 3º dia de armazenamento.

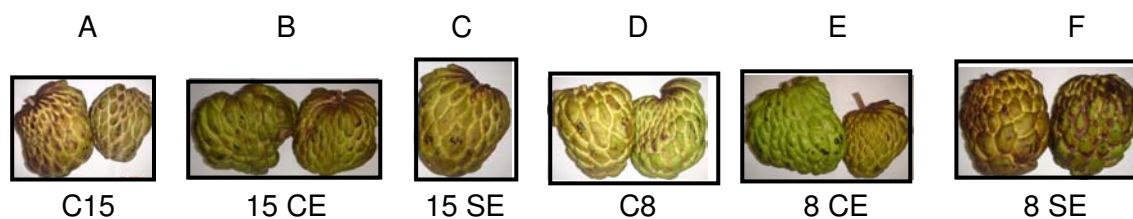


Fotos 03A a 03G: Aparência externa dos frutos de atemóia “Thompson” no 6º dia de armazenamento.

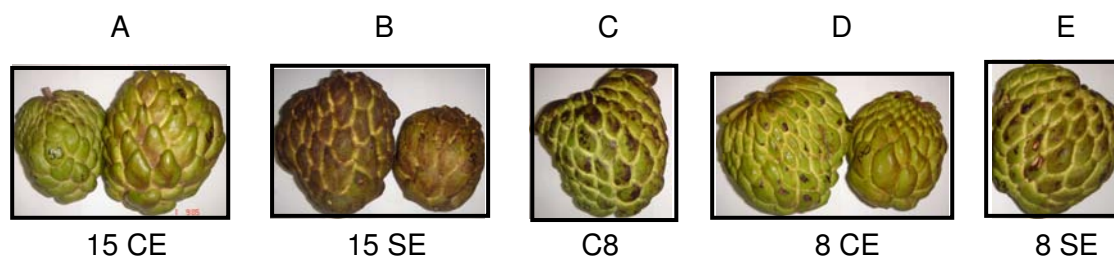


Fotos 04A a 04G: Aparência externa dos frutos de atemóia “Thompson” no 9º dia de armazenamento.

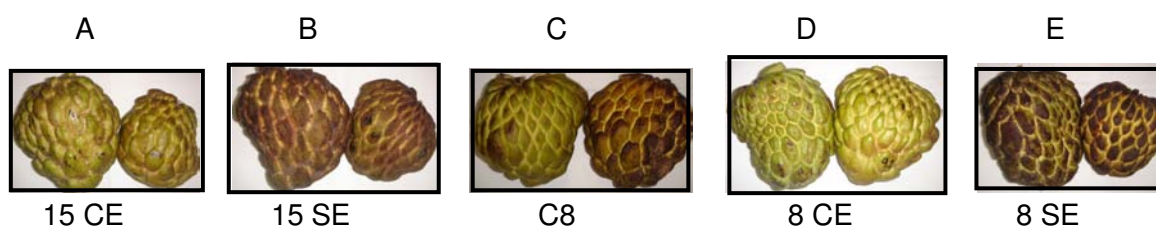
* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.



Fotos 05A a 05F: Aparência externa dos frutos de atemóia "Thompson" no 12º dia de armazenamento.



Fotos 06A a 06E: Aparência externa dos frutos de atemóia "Thompson" no 15º dia de armazenamento.



Fotos 07A a 07E: Aparência externa dos frutos de atemóia "Thompson" no 18º dia de armazenamento.

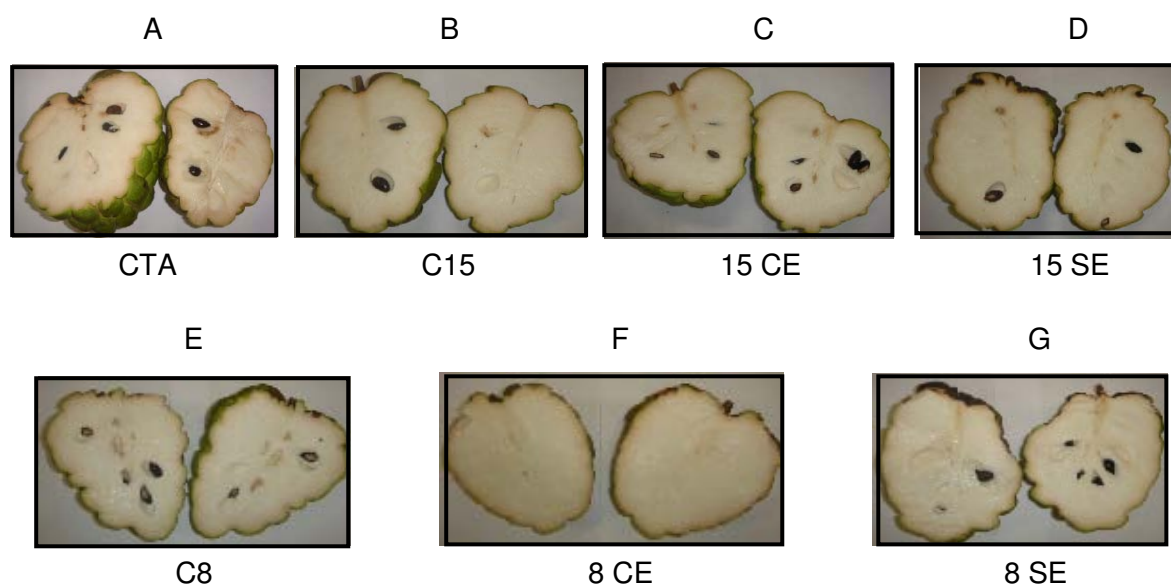


Fotos 08A e 08B: Aparência externa dos frutos de atemóia "Thompson" no 21º dia de armazenamento.

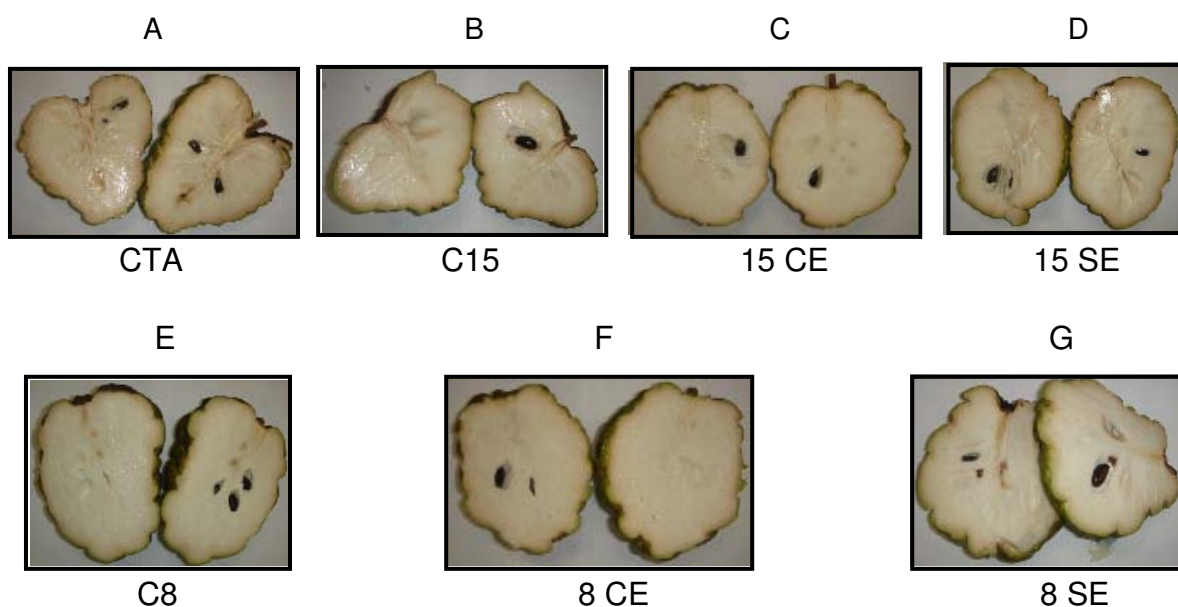
* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.



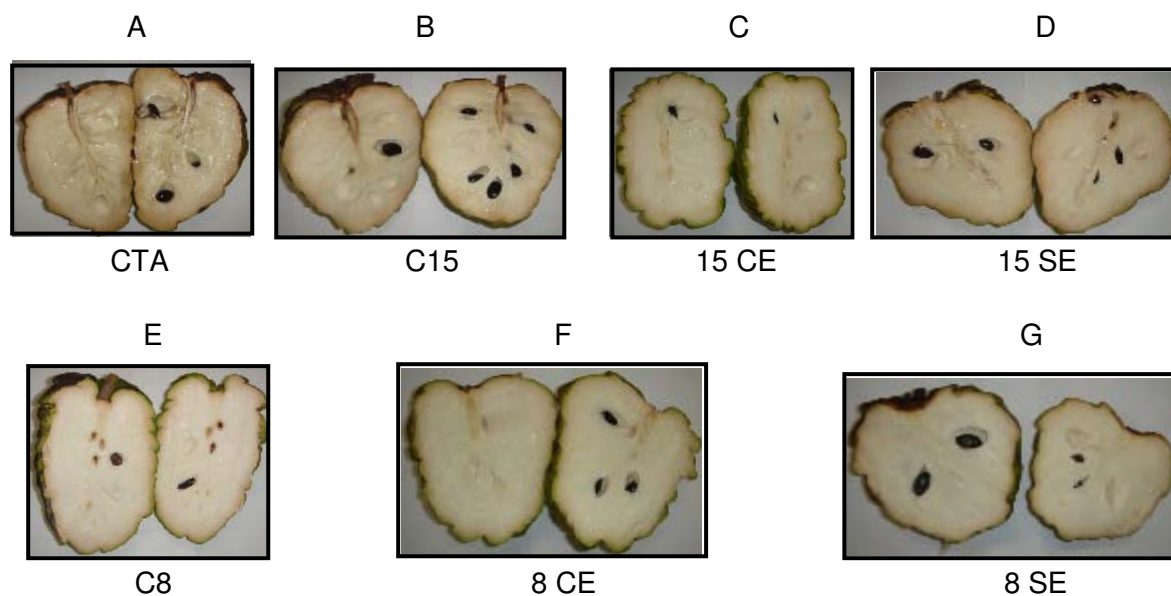
Foto 09: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no início do experimento (dia 0).



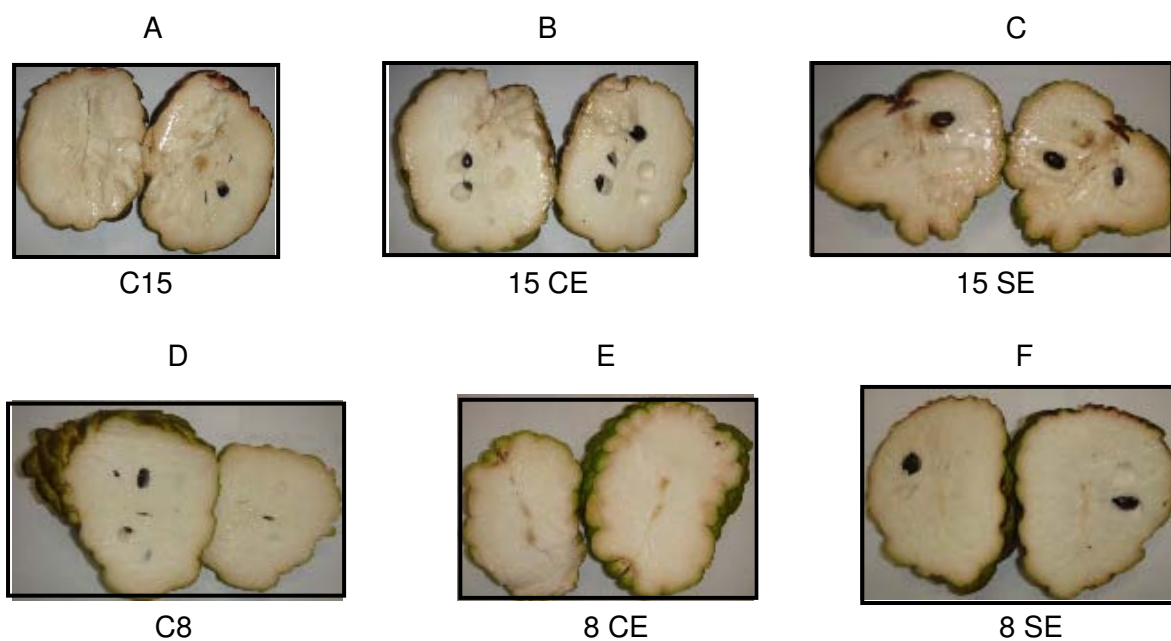
Fotos 10A a 10G: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 3º dia de armazenamento.



Fotos 11A a 11G: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 6º dia de armazenamento.

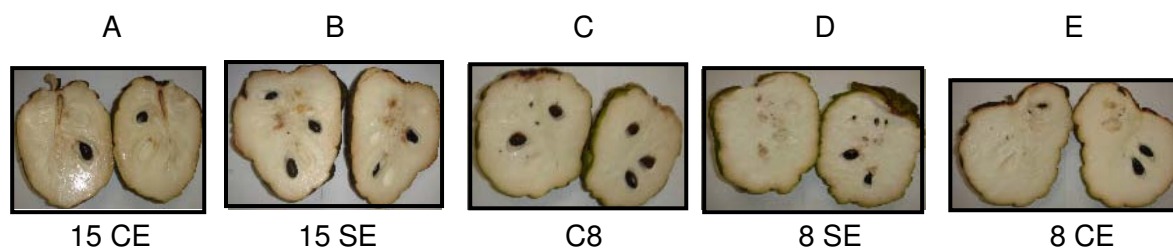


Fotos 12A a 12G: Aparência interna dos frutos de atemóia "Thompson" no 9º dia de armazenamento.

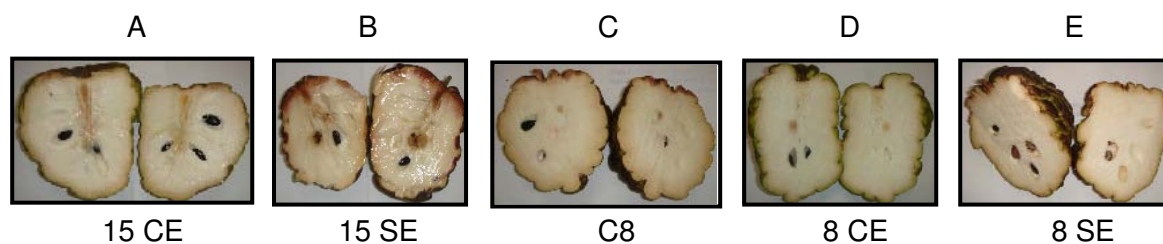


Fotos 13A a 13F: Aparência interna dos frutos de atemóia "Thompson" no 12º dia de armazenamento.

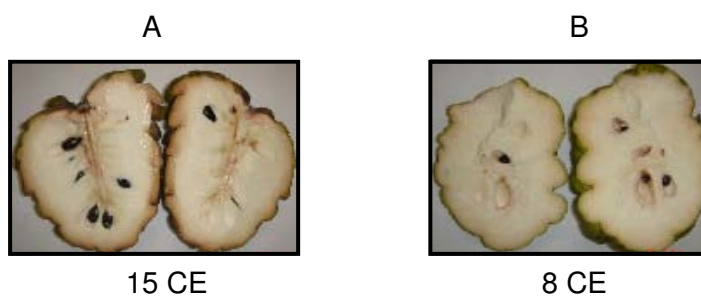
* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.



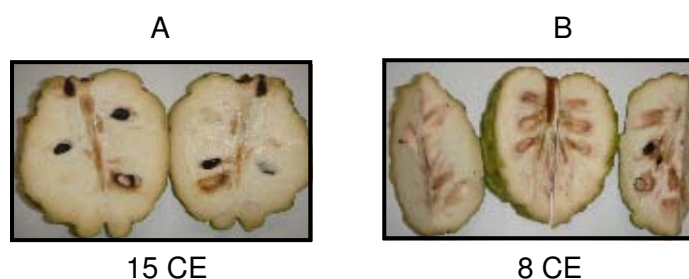
Fotos 14A a 14E: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 15º dia de armazenamento.



Fotos 15A a 15E: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 18º dia de armazenamento.



Fotos 16A e 16B: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 21º dia de armazenamento.



Fotos 17A e 17B: Aparência interna dos frutos de atemóia “Thompson” no 24º dia de armazenamento.

* **CTA:** controle a temperatura ambiente (22-25°C e 60 ± 10% UR); **C15:** controle a 15 ± 1°C e 70-75% UR; **C8:** controle a 8 ± 1°C e 70-80% UR; **15 SE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR sem embalagem; **15 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 15 ± 1°C e 70-75% UR em filme de PVC; **8 SE:** 40°C/20 min armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR sem embalagem e **8 CE:** 40°C/20 min e armazenados a 8 ± 1°C e 70-80% UR em filme de PVC.