

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ÁREA DE AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

KAMILA CRISTINA FABIANE

**PRÉ-RESFRIAMENTO, ÁCIDO SALICÍLICO E ATMOSFERA
MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
JABUTICABA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2016

KAMILA CRISTINA FABIANE

**PRÉ-RESFRIAMENTO, ÁCIDO SALICÍLICO E ATMOSFERA
MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
JABUTICABA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Américo Wagner Junior
Coorientadora: Dr^a Gisely Correa de Moura

DOIS VIZINHOS

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



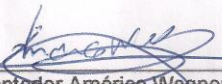
TERMO DE APROVAÇÃO

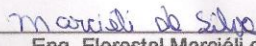
PRÉ-RESFRIAMENTO, ÁCIDO SALICÍLICO E ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA


por

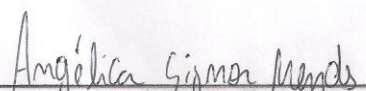
KAMILA CRISTINA FABIANE

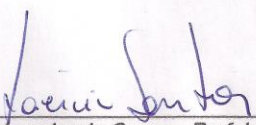
Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em oito de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof. Orientador Américo Wagner Júnior
UTFPR-DV


Eng. Florestal Marciéli da Silva
UTFPR-PB


Prof. Sérgio Miguel Mazaró
UTFPR-DV


Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso Profa. Angélica S.
Mendes


Coordenador do Curso – Prof. Laércio R.
Sartor
UTFPR – Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Sou grata, a Deus pela vida;

A minha irmã Keli pelo apoio, amor e carinho;

Sou grata a minha mãe Celi pela vida e pelos seus esforços para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje, profissional e moralmente;

Sou grata ao meu namorado pela compressão;

A minha família pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador Américo Wagner Júnior;

Sou grata a minha coorientadora, amiga e irmã Gisely;

Sou grata ao Juca, a Marci, a Wélida, ao Carlos, a Natália e a Drica, pelo companheirismo e ajuda no desenvolvimento deste trabalho;

Ao grupo Myrtaceae.

EPÍGRAFE

*" Se você é positivo, então, nada será negativo para você.
Se você for negativo, então, nada será positivo para você.*

Você é a fonte de tudo o que existe à sua volta.

Você é o criador de seu próprio mundo."

(Osho).

RESUMO

FABIANE, Kamila Cristina. Pré-resfriamento, ácido salicílico e atmosfera modificada na conservação pós-colheita de jabuticaba. 28 f. TCC (Curso de Agronomia), Programa de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

A jabuticabeira, pertence a família Myrtaceae, apresenta frutos com boa qualidade sensorial, e assim, é bastante apreciada pelos consumidores, mas o potencial de mercado é afetado pela alta perecibilidade de seus frutos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a conservação pós-colheita de jabuticaba utilizando a técnica do pré-resfriamento, juntamente com uso do ácido salicílico (AS) e atmosfera modificada com filme de PVC esticável. Os frutos foram coletados na Unidade de Ensino e Pesquisa viveiro e o trabalho foi conduzido no laboratório de Fisiologia Vegetal, na UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 2 x 2 (pré-resfriamento, filme de PVC, ácido salicílico), com quatro repetições de 20 frutos. Após aplicação dos tratamentos, os frutos em bandejas, foram acondicionados em geladeira a aproximadamente 5°C. A cada dois dias foram realizadas pesagens para quantificar a perda de massa da matéria fresca, e avaliações visuais do aspecto de desidratação e podridão. Após o término do experimento no décimo primeiro dia, foram realizadas as análises de acidez total titulável, sólidos solúveis totais (SST), açúcares totais, proteínas, fenóis totais e a atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL). Durante o armazenamento dos frutos de jabuticabeira não foi constatada visualmente incidência de podridões. As análises de FAL, proteínas e açúcares totais não diferiram estatisticamente para interação dos fatores pré-resfriamento x ácido salicílico x atmosfera modificada e, quanto as análises destes separadamente. O uso de atmosfera modificada foi eficiente na redução de frutos murchos e perda de massa. O uso de AS juntamente com a técnica de pré-resfriamento auxiliou na manutenção dos fenóis totais presente na polpa dos frutos de jabuticaba. Apesar de apresentar frutos com menor SST, a atmosfera modificada foi eficiente para manutenção da qualidade visual das jabuticabas durante pós-colheita.

Palavras-chave: Myrtaceae. *Plinia cauliflora*. filme de PVC;

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: FLUXOGRAMA DA DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	16
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS, PORCENTAGEM DE FRUTOS MURCHOS E DE PERDA DE MASSA DE JABUTICABAS NOVE DIAS APÓS O ARMAZENAMENTO COM OU SEM ATMOSFERA MODIFICADA.22

TABELA 2: ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (g DE ÁCIDO CÍTRICO/100g DE POLPA) DE JABUTICABAS DE ACORDO COM USO OU NÃO DE ATMOSFERA MODIFICADA, APLICAÇÃO DE AS E PRÉ-RESFRIAMENTO.23

TABELA 3: FENÓIS TOTAIS DA POLPA DE JABUTICABAS TRATADAS OU NÃO COM AS E MANTIDAS OU NÃO EM ATMOSFERA MODIFICADA.24

LISTA DE ABREVIATURAS

ACC	Amino-ciclopropano Carboxílico
AS	Ácido Salicílico
ATT	Acidez Total Titulável
ACC	Amino-ciclopropano Carboxílico
CO ₂	Dióxido de Carbono
FAL	Fenilalanina amônia-liase
g	Gramas
MCA	Metanol, Clorofórmio, água
min	Minutos
mg	Miligramas
mL	Mililitros
N	Normal
NaOH	Hidróxido de Sódio
nm	Nanometro
O ₂	Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloreto de Vinila
rpm	Rotação por Minuto
SST	Sólidos Solúveis Totais
UNEPE	Unidade de Ensino e Pesquisa
UTFPR	Universidade Federal do Paraná
v/v	Volume pelo Volume
°C	Graus Celsius
μL	Microlitros
μm	Micrometros
μmol	Micromol
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

As frutas nativas vêm se destacando, uma vez que, são fontes de vitaminas e substâncias nutracêuticas importantes para manutenção de uma vida saudável, podendo atender nichos de mercados ávidos por novidades (RASEIRA, 2004). Além disso, há apelo ambiental pela valorização de fruteiras autóctones, já que as mesmas também podem ser utilizadas na composição de reservas legais.

Uma relevante espécie frutífera nativa, que apresenta boa aceitação dentre os consumidores, por suas qualidades sensoriais e funcionais é a jabuticabeira (*Plinia* sp.). Esta fruteira, pertencente à família Myrtaceae, de ocorrência em grande parte do Brasil, cujos frutos são do tipo baga globosa, possuindo polpa esbranquiçada e muito saborosa (LIMA, 2008).

Entretanto, os frutos são pouco valorizados comercialmente, uma vez que são altamente perecíveis, com vida útil de apenas três dias após a colheita, o que vem inviabilizando sua ascensão no mercado (LIMA, 2008). Assim, é imprescindível investir em técnicas de conservação pós-colheita.

Há diversas técnicas de conservação pós-colheita utilizadas em frutas e hortaliças, no entanto, algumas se tornam onerosas para o produtor e/ou mercado distribuidor, dificultando sua aplicação.

Devido a facilidade de aplicação, o pré-resfriamento é uma das possibilidades para teste, considerando-se talvez dentre as mais promissoras. O mesmo permite a redução das taxas respiratórias, do metabolismo e da produção de etileno, fatores estes que diminuem a vida útil dos frutos (TERUEL, 2009), pois tal hormônio está ligado ao amadurecimento e senescência. Essa técnica também auxilia na redução da taxa de crescimento de patógenos (BENATO; CIA, 2009).

Outra opção facilmente aplicável é a atmosfera modificada que consiste na modificação do ar que circunda o fruto, utilizada como forma complementar ao armazenamento refrigerado. A atmosfera modificada consiste em elevar a concentração de CO₂ e diminuir a concentração de O₂, tendo como principal efeito dessa técnica é a inibição de síntese de etileno, pela restrição de O₂ necessário para uso da enzima ACC (aminociclopropano carboxílico) oxidase, que é responsável pela conversão da ACC em etileno. Esta técnica pode ser obtida embalando-se os frutos por meio do uso de materiais plásticos (KLUGE et al., 1997).

Outra forma de reduzir a síntese do etileno é por meio da aplicação do ácido salicílico (AS), que também controla a mesma enzima, ACC oxidase (SUPAPVANICH; PROMYOU, 2013; TAIZ; ZEIGER, 2004). O AS pode ser promissor quando aplicado juntamente com outro tratamento pós-colheita, proporcionando ótimos resultados na conservação e redução de perdas (ASGHARI, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a conservação pós-colheita de jabuticaba utilizando a técnica do pré-resfriamento, juntamente com uso do ácido salicílico e da atmosfera modificada com uso do filme de PVC (policloreto de vinila).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As influências multiculturais, bem como, o conjunto de informações disponíveis nos meios de comunicação estão precedendo mudanças nos hábitos alimentares da população. Há busca crescente por dieta mais saudável, com a ampla variabilidade de sabores e cores que as frutas proporcionam (COSTA, 2006).

Neste contexto, boa alternativa é investir em fruteiras nativas, pois apresentam características diferenciadas com sabor e aroma agradável, também elevado valor nutricional, sendo fontes de vitaminas e de substâncias nutraceuticas importantes para manter a vida saudável. O valor comercial dessas frutas normalmente é maior, sendo isto influenciado pela disponibilidade das mesmas, pois ainda não há pomares comerciais. Isso se deve provavelmente pela dificuldade da colheita e pela falta de informações no que diz respeito a conservação pós-colheita das frutas (VIEIRA, 2006; RASEIRA, 2004).

A falta de informações sobre as técnicas de cultivo é outra limitação nas fruteiras nativas, sendo necessária realização de estudos, principalmente na forma de condução das plantas, biologia floral, propagação sexuada e assexuada (PIROLA, 2013).

Algumas espécies nativas apresentam frutos comestíveis, como a cerejeira-da-mata (*Eugenia involucrata* DC.), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens*), ameixeira-da-mata (*Eugenia candolleana*), sete capoteiro (*Campomanesia guazumifolia*), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e jaboticabeira (*Plinia* sp.) (PIROLA, 2013), sendo todas pertencente à família Myrtaceae.

Destas, está entre as mais conhecidas e com maior potencialidade de cultivo, a jaboticabeira. Isso se deve ao potencial produtivo, rusticidade, interesse pelo consumo *in natura* e a capacidade de industrialização na forma de suco, geleias, licores e doces, fazendo com que as jaboticabas despertem interesse entre os produtores rurais e indústrias (BRUNINI, 2005).

Esta fruteira é classificada como espécie *Plinia cauliflora* DC Kausel; *Eugenia cauliflora* DC; *Myrciaria cauliflora* (DC) O. Berg, sendo conhecida popularmente como jaboticabeira ou jaboticabeira, de ocorrência nos Estados de Minas Gerais, Mato

Grosso do Sul, São Paulo, e todo o Sul do Brasil, onde é encontrada principalmente na mata pluvial atlântica e nas submatas de altitude. Os frutos produzidos são do tipo baga, globosos, com até 3 cm de diâmetro, polpa esbranquiçada mucilagínosa, succulenta e doce, podendo apresentar de uma a quatro sementes, cuja casca apresenta coloração avermelhada quase preta. O amadurecimento desses frutos, conseqüentemente se dá em agosto-setembro e janeiro-fevereiro (LIMA, 2008; LORENZI et al., 2006; LORENZI, 1998).

Entretanto, mais da metade da produção é perdida por falta informações sobre manejo no pico da colheita, visando o aumento do período de comercialização como fruta fresca ou de conservação para o comércio na entressafra (BRUNINI, 2005). Com isso, se faz necessários estudos sobre técnicas de armazenamento pós-colheita para prolongar o período de conservação sem afetar a qualidade das jabuticabas (MACHADO, 2007), mantendo-as no mercado durante a entressafra.

A manutenção da qualidade e vida útil dos frutos pode ser obtido de várias formas. Com o armazenamento em atmosfera modificada e controlada, uso da técnica de pré-resfriamento, por armazenamento refrigerado, processamento mínimo, o uso de filmes comestíveis, pelo congelamento e por tratamentos térmicos (TERUEL, 2009).

Para tanto, recomenda-se que a colheita seja realizada nos horários mais frescos do dia, evitando-se dias chuvosos ou com orvalho sobre os frutos. Alguns cuidados são necessários caso o destino desses frutos seja a comercialização *in natura*, pois são frutas pequenas, com estrutura frágil e delicada, além do mais, apresentam elevada taxa metabólica, conseqüentemente curto período de vida pós-colheita (CANTILLANO, 2005). A colheita da jabuticaba deve ser cuidadosa, colocando-as em recipientes pequenos para que não sofram danos. Devido aos frutos serem perecíveis a comercialização deve ser realizada no mesmo dia (GONÇALVES et al., 2004), caso não sejam utilizadas técnicas de conservação.

Como alternativa, sugere-se a atmosfera modificada, técnica de conservação pós-colheita muito difundida e utilizada para armazenamento de diversos frutos (GONÇALVES et al., 2004). Para obtenção da atmosfera modificada são necessárias embalagens plásticas de permeabilidade limitada ao O₂ e CO₂, uma vez que conseqüentemente ocorrerá a modificação da concentração destes gases no interior da embalagem, com os níveis de CO₂ se elevando e reduzindo aqueles de O₂. Para isso, pode se adotar o revestimento das frutas em materiais plásticos como filme de

PVC (GONÇALVES et al, 2004; KLUGE et al, 1997). A atmosfera modificada atua sobre a síntese de etileno, uma vez que a produção desse hormônio requer oxigênio (KLUGE, 1997). Todavia, proporciona o aumento de vida de prateleira, diminuição de perdas pós-colheita e permite transporte dos frutos em longas distâncias (YAMASHITA, 2009).

A refrigeração também tem sido aplicada no armazenamento, pois permite prolongar o período de comercialização pós-colheita das frutas. Esse método acarreta na redução da respiração dos frutos e conseqüentemente retarda a deterioração. Porém, é necessário tomar cuidado com essa prática, pois não há muitas informações sobre as temperaturas ideais de armazenamento para jabuticabeira e como espécie tropical pode apresentar distúrbios fisiológicos. Com isso, são necessários maiores estudos para recomendações de temperaturas ideais ao armazenamento (GONÇALVES et al., 2004), bem como, ao tempo máximo de exposição dos frutos a determinada temperatura.

Outra forma pode ser obtida pelo pré-resfriamento, que é considerado tratamento pós-colheita eficiente em manter a qualidade, para prolongar a vida de prateleira do produto, inibir o crescimento de microrganismos e reduzir a perda de água dos frutos (MORETTI, 2003). A técnica tem por objetivo a retirada do calor dos frutos com a rápida diminuição da temperatura após a colheita, o que retarda as atividades metabólicas e respiratórias, o desenvolvimento de microrganismos e as perdas de água por transpiração ocorrem de forma mais lenta, o que diminuiu a perda de massa fresca dos frutos (TERUEL, 2009).

Com a diminuição da carga térmica do produto, ocorre redução nos custos de armazenamento, pois esse pré-resfriamento favorece as frutas atingirem a temperatura de armazenamento mais rápido (GONÇALVES et al., 2004; TERUEL, 2009). Além do mais a técnica de pré-resfriamento tem papel importante no *marketing* por estar sendo associada pelos consumidores ao produto fresco e de qualidade (TERUEL, 2009).

O pré-resfriamento pode ser realizado por diferentes maneiras, sendo pelo resfriamento com ar forçado, pelo uso de água gelada (hidro resfriamento), além do resfriamento com gelo e a vácuo (MORETTI, 2003).

O resfriamento por água gelada por imersão consiste em colocar os frutos na água com temperatura baixa, onde posteriormente podem ser embaladas (TERUEL, 2009; GONÇALVES et al., 2004). A capacidade da água em extrair calor faz com que

esse seja método muito mais rápido na retirada do calor, quando comparado ao pré-resfriamento por ar (AGUILA, 2009). Porém, ainda não há estudos com esse método com fruteiras nativas (GONÇALVES et al., 2004), e especificamente com a jaboticaba.

Importantes para o metabolismo das plantas, os compostos fenólicos também são fundamentais para os seres humanos devido as suas características e propriedades antioxidantes. Além disso, suas atividades anticarcinogênicas estão relacionadas à inibição de alguns tipos de câncer (ROMBALDI, 2009). O ácido salicílico (AS) é composto fenólico natural que pode ser utilizado na conservação pós-colheita, pois inibe a produção de etileno (LESLIE; ROMANI, 1988), retarda o ritmo da respiração, diminui a taxa de maturação e senescência, contribuindo na prevenção de enzimas degradantes da parede celular, o que proporciona redução no processo de amadurecimento. O AS pode ser promissor quando aplicado juntamente com outro tratamento pós-colheita, proporcionando ótimos resultados na conservação e redução de perdas (ASGHARI; AGHDAM 2010; SUPAPVANICH; PROMYOU, 2013).

Em estudo, Borsatti (2014) avaliou o efeito do AS na pós-colheita de ramos de espinafre e constatou redução da perda de massa e na manutenção dos teores de proteínas em valores mais elevados, o que levou a concluir que o mesmo apresentou potencial para conservação pós-colheita deste material vegetal.

É possível obter bons resultados com uso adequado de técnicas de colheita e pós-colheita, para tanto são necessários estudos que aprimorem tais práticas, resultando a qualidade do produto final e possibilidade de maior período de armazenamento pós-colheita.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos, com frutos provenientes de uma jabuticabeira próximo a UNEPE - Viveiro de Produção de mudas Hortícolas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 2 x 2, (pré-resfriamento x ácido salicílico x atmosfera modificada), com quatro repetições de 20 frutos.

Os frutos foram colhidos, nas primeiras horas da manhã, em estágio de maturação caracterizado como ponto de colheita. Imediatamente, os mesmos foram selecionados, retirando-se aqueles com danos mecânicos. Procedeu-se com a separação dos selecionados em dois lotes, tendo um destes conduzido ao pré-resfriamento, sendo em água gelada (aproximadamente 5°C, monitorado por termômetro de polpa), durante 5 minutos. Posteriormente, os frutos foram conduzidos ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da respectiva Universidade.

Em seguida, os frutos foram separados em dois sublotos. Um deles imersos em solução com ácido salicílico (2,00 µmol) durante 1 minuto, enquanto que, os outros já foram sendo embalados. Após esse processo, os frutos ficaram dispostos sobre papel toalha até a total secagem da solução. Posteriormente, os sublotos foram acondicionados em bandejas plásticas revestidas ou não em filme de PVC esticável de 10 µm de espessura, sendo os mesmos submetidos a pesagem antes do armazenamento em geladeira a 5° C.

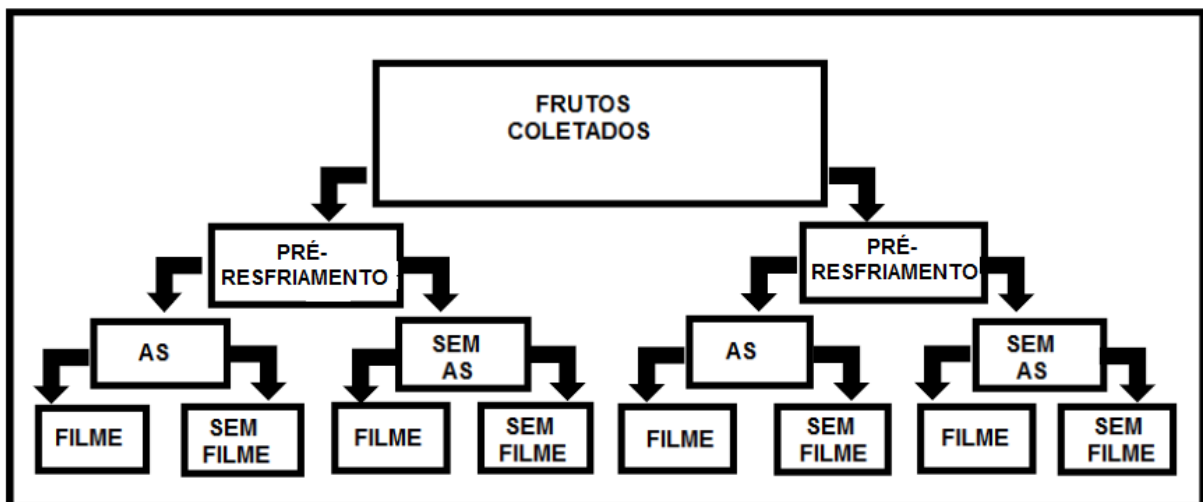


Figura 1: Fluxograma da distribuição dos tratamentos. Fonte: O autor (2016).

A cada dois dias de armazenamento, foi realizada pesagem para obter a perda de massa de matéria fresca e realizada avaliação visual, (sempre pela mesma pessoa) de murchamento e podridões dos frutos.

Ao término do armazenamento, quando decorridos 11 dias da colheita, as amostras foram submetidas a análise de acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais e ainda açúcares totais, proteínas, fenóis totais e a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulável (AT) foram de acordo com os métodos descritos na AOAC (1995). O SST foi determinado através de refratômetro digital e os dados expressos em °Brix. A determinação do pH foi realizada através de um pHmetro digital, com correção automática de temperatura. A acidez titulável determinada pelo método potenciométrico, com solução de NaOH 0,1 N e ponto de viragem até obter pH 8,2, com resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

A perda de massa dos frutos foi obtida através da diferença entre a massa da matéria fresca do dia durante instalação do experimento com o valor encontrado nas pesagens após nove dias de armazenamento, momento em que os frutos apresentavam-se murchos. As avaliações da incidência de podridões e murchamento dos frutos foram realizadas por análise visual e expressa em percentual.

Para a realização das análises bioquímicas [açúcares totais, proteínas, fenóis totais, a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL)], os frutos foram separados em amostras, onde posteriormente foram armazenadas em freezer a -18°C até as avaliações. As análises bioquímicas foram realizadas com a polpa dos frutos.

As concentrações de açúcares totais dos tecidos das jaboticabas foram determinadas pelo método fenol-sulfúrico, descrito por Dubois et al. (1956), retirando-se alíquota de 20 µL do extrato e acondicionando-os em tubos de ensaio previamente identificados, aos quais foi adicionado 0,5 mL de fenol a 5,0%. Os tubos foram levados a capela e receberam 2,5 mL ácido sulfúrico concentrado. A leitura das amostras foi realizada a 490 nm. A concentração de açúcares totais foi obtida através de curva padrão de glicose.

Para dosagem de proteínas foi utilizado o teste de Bradford (1976). Alíquota de 40 µL do extrato de cada amostra foram coletados, sendo estes acondicionados em tubos de ensaio, acrescentando-se 0,46 mL de água destilada e 1 mL do reagente

Bradford. Os tubos foram levados a agitação em vortex, procedendo-se posteriormente, a leitura em espectrofotômetro a 630 nm, com soro albumina bovina como padrão.

A quantificação dos compostos fenólicos totais dos frutos foi realizada em duas etapas, seguindo-se o método adaptado de Bielecki e Turner (1966). A primeira, compreendeu na extração dos fenóis totais da polpa e epiderme dos frutos, realizada a partir maceração em almofariz de aproximadamente 1 grama de fruto, adicionando a essa amostra 4 mL da solução metanol, clorofórmio e água (MCA), na relação 6:2,5:1,5 (v/v), seguida pela centrifugação da mesma a 6000 rpm por 20 min, sendo coletado todo o sobrenadante. Posteriormente, foi realizada nova extração do resíduo remanescente, adicionando-se 4 mL de MCA, centrifugando-o novamente a 6000 rpm por 20 min e misturando o extrato sobrenadante ao primeiro, obtendo-se assim o extrato MCA. Nesse extrato foi adicionado 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada, procedendo nova centrifugação a 6000 rpm por 15 min para separação das fases.

A segunda etapa compreendeu na determinação de fenóis totais realizada pelo método adaptado de Jennings (1991). As amostras foram preparadas a partir da retirada de alíquota de 0,5 mL da parte superior do tubo de extração dos fenóis (extrato MCA), seguido da adição de 0,5 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 15 min foram adicionados 5 mL do reagente alcalino "A" (preparado com carbonato de sódio a 2% em solução de hidróxido de sódio 0,1 N), permanecendo durante 50 minutos até a leitura da absorbância em 760 nm em espectrofotômetro. No controle negativo foi usado água destilada, utilizando o mesmo volume do extrato vegetal. A quantificação de fenóis foi feita através de curva padrão utilizando-se tirosina e o resultado expresso em mg fenóis totais.g⁻¹ de tecido fresco.

Para quantificação da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) foi pesado 1 grama de tecidos do fruto. Após a pesagem, as amostras foram transferidas para almofariz previamente gelado, acrescentando 6,0 mL do tampão de extração Tris HCl (pH 8,0), a 4°C e macerando-se a mistura completamente, a qual foi centrifugada em seguida a 6000 rpm por 10 min a 4°C. Do extrato enzimático sobrenadante foi retirado 57,7 µL por amostra e acondicionado em tubos de ensaio previamente identificados, aos quais foram adicionados 2,44 mL do tampão de extração e 0,5 mL de fenilalanina (49,6 mg mL⁻¹). Em seguida os tubos foram levados a banho-maria a 40°C por uma hora.

Decorrido esse tempo, os tubos foram resfriados em banho de gelo e procedeu-se as leituras (em cubetas de quartzo) à 290 nm. A metodologia utilizada foi adaptada a partir da descrita por Rodrigues, Neto e Coelho (2006). A atividade da FAL foi avaliada com base na diferença de absorbância resultante da conversão da fenilalanina em ácido cinâmico.

Com os resultados obtidos foi realizado teste de normalidade de Lilliefors e os dados de SST, acidez total titulável, açúcares totais e perda de massa foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan ($p \leq 0,05$), com auxílio do programa estatístico SANEST® (ZONTA; MACHADO, 1984).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o armazenamento dos frutos de jabuticabeira não foi constatada visualmente incidência de podridões. As análises de FAL, proteínas e açúcares totais não diferiram estatisticamente para interação dos fatores pré-resfriamento x ácido salicílico x atmosfera modificada e, quanto as análises destes separadamente.

Por outro lado, o teor de SST, a porcentagem de frutos murchos e de perda de massa da matéria fresca apresentaram-se significativos para o fator atmosfera modificada. Além disso, houve interação tripla significativa para pré-resfriamento x ácido salicílico x atmosfera modificada quanto a acidez total titulável. A única a apresentar interação dupla significativa foi para fenóis com AS x atmosfera modificada.

Os frutos armazenados em condição de atmosfera modificada apresentaram menor teor de SST, com média de 11,20^o Brix. Acredita-se que esse menor valor de SST esteja relacionado ao fato da ocorrência da menor perda de massa de matéria fresca e conseqüente menor murchamento dos frutos nesta condição, pois, sem a colocação destes nas mesmas condições proporcionaram maior perda de água, concentrando-se nos frutos o maior teor de SST (Tabela 1).

Acredita-se também, que a atmosfera modificada reduziu o metabolismo dos frutos e com isso ocorreu níveis de açúcares e ácidos em menor teor, disponíveis como substrato para as rotas metabólicas envolvidas no processo respiratório.

A atividade respiratória de frutos acondicionados em atmosfera modificada é reduzida e com ela, ocorre a redução das atividades metabólicas e da conversão de amido em açúcares (ZAGORY; KADER, 1998). Assim, diminui-se a perda de qualidade dos frutos.

Agostini et al. (2009) avaliando o uso da atmosfera modificada e de condições de armazenamento de jabuticabas 'paulista', também observaram maiores valores SST naquelas armazenadas sem uso de embalagens. Segundo os autores, o resultado foi devido a intensa perda de massa, que conseqüentemente diminui-se a água no interior dos frutos, aumentando-se a concentração de polpa nos mesmos.

Os frutos de jabuticabeira apresentaram sinais de murchamento após nove dias de armazenamento. Como o sintoma, a perda de massa também se intensificou após esse período. Para ambas as variáveis, os valores foram maiores para os frutos armazenados sem o uso de filme.

Dessa forma, visualizou-se que o investimento em embalagens é alternativa interessante para manter a qualidade e aparência das jabuticabas para comercialização, sendo que a murcha pode inviabilizar a venda de frutos in natura (SCALON, et al., 2004).

O murchamento foi detectado em 40,25% dos frutos armazenados em atmosfera modificada. Porém, sem tal técnica, 97,50% dos frutos apresentaram o sintoma, o que demonstra a necessidade do uso de tal embalagem sobre os frutos (Tabela 1).

Todavia, o que se vê no mercado são frutos comercializados sem qualquer tipo de embalagem, sendo estes um dos principais aspectos que facilitam para rápida deterioração da jabuticaba em prateleira, além de mantê-la com status de rápida senescência.

Uma das vantagens da embalagem PVC está na manutenção da umidade dos frutos com a formação da atmosfera modificada, fato que foi possível observar no presente trabalho.

Resultado semelhante, de perda de massa, foi observado por Agostini et al., (2009), quando jabuticabas foram armazenadas com o uso de filme de PVC.

Scalon et al. (2004) avaliando temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de uvaia, obteve médias muito similares com esse trabalho, de 3,17% de perda de massa para frutos embalados com uso de PVC e 8,46% para as não embaladas.

Tabela 1: Sólidos solúveis totais, porcentagem de frutos murchos e de perda de massa de jabuticabas nove dias após o armazenamento com ou sem atmosfera modificada. Dois Vizinhos, 2015.

	SST	Murcha	Perda de Massa
Com atmosfera modificada	11,20 b	40,25 b	3,16 b
Sem atmosfera modificada	12,06 a	97,50 a	8,48 a
C.V. (%)	3,29	29,08	16,95

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

De acordo com a Tabela 2, quando colocou-se as jabuticabas em prévio resfriamento, com ou sem AS, as médias para acidez não diferiram estatisticamente

entre si, com ou sem adoção da atmosfera modificada. O mesmo ocorreu sem o prévio resfriamento, sem AS, fazendo-se a comparação entre as médias desta variável para uso ou não da atmosfera modificada. Por outro lado, sem o uso da atmosfera modificada, as jaboticabas tiveram maior acidez em comparação aquelas submetidas a essa técnica, com uso de AS, sem resfriamento.

Mazaro et al. (2015) avaliando qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico obteve resultados semelhantes, onde foi maior a manutenção da acidez total titulável de acerolas nos tratamentos com AS.

Ao comparar as jaboticabas resfriadas, com ou sem atmosfera modificada, verificou-se médias estatisticamente similares para acidez total titulável com ou sem AS. O mesmo ocorreu com atmosfera modificada e sem resfriamento, não apresentando diferenças significativas entre as médias de acidez com ou sem o uso de AS. Já com atmosfera modificada, com AS, a maior média de acidez foi obtida com o uso do prévio resfriamento em relação as jaboticabas não resfriadas (Tabela 2).

Brackmann et al. (2011) verificaram que com a rápida diminuição da temperatura, após a colheita, causada pelo pré-resfriamento, reduziu-se o metabolismo dos frutos e isso, foi fundamental na manutenção da acidez dos melões.

Tabela 2: Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa) de jaboticabas de acordo com uso ou não de atmosfera modificada, aplicação de AS e pré-resfriamento. Dois Vizinhos, 2015.

	Com Resfriamento		Sem Resfriamento	
	Com AS	Sem AS	Com AS	Sem AS
Com atmosfera modificada	1,24 a A (a)	1,08 a A (a)	1,00 b A (b)	0,98 a A (a)
Sem atmosfera modificada	1,13 a A (a)	1,13 a A (a)	1,19 a A (a)	0,99 a B (a)
C.V. (%)	2,54			

Letras minúsculas na coluna analisando-se filme dentro do resfriamento x AS, letras maiúsculas na linha para o fator AS dentro do filme x resfriamento, e letras minúsculas entre parênteses na linha para o fator resfriamento dentro do AS x filme diferem entre si segundo o teste Duncan ($\alpha=0,05$).

Quanto aos fenóis totais verificou-se com maior média nas jaboticabas tratadas com AS adotando-se o pré-resfriamento em comparação aquelas não resfriadas. Porém, sem o AS as médias assemelharam-se estatisticamente entre si (Tabela 3).

Com resfriamento prévio, os frutos submetidos a aplicação de AS demonstraram maior média de fenóis na polpa em comparação aqueles sem uso de AS. Todavia, sem o resfriamento, os fenóis presentes nas jaboticabas não diferiram estatisticamente entre si com aplicação ou não de AS.

Com isso, a adoção de tais técnicas (aplicar AS e pré-resfriamento) podem ser interessantes não somente para conservação da jabuticaba, mas também como forma de potencializar as propriedades nutraceuticas relacionados aos fenóis totais.

Wei et al. (2011) estudando o efeito do ácido salicílico na pós-colheita de aspargo, observaram que tal metabólito secundário foi capaz de melhorar os teores de fenóis totais. O AS é composto fenólico, sintetizado através da via fenilpropanóides derivado do ácido benzóico (TAIZ; ZEIGER, 2004), que mantém ou aumenta os compostos bioativos e antioxidantes (SUPAPVANICH; PROMYOU, 2013), sendo interessante seu incremento para ofertar fruto com maior qualidade funcional.

O pré-resfriamento, ou seja, a rápida remoção do calor é de grande importância para a manutenção dos atributos físicos e químicos dos frutos (BRACKMANN, et al., 2011), incluindo os compostos fenólicos.

Tabela 3: Fenóis totais da polpa de jabuticabas tratadas ou não com AS e acondicionadas ou não em pré-resfriamento. Dois Vizinhos, 2015.

	Com AS	Sem AS
Com Resfriamento	0,57 a A	0,38 a B
Sem Resfriamento	0,41 b A	0,49 a A
C.V. (%)	29,0	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($\alpha=0,05$).

5. CONCLUSÃO

Apesar de apresentar frutos com menor SST, a atmosfera modificada foi eficiente para manutenção da qualidade visual das jabuticabas durante pós-colheita. Pois o tratamento foi eficiente na redução de frutos murchos e perda de massa.

O uso de AS juntamente com a técnica de pré-resfriamento auxiliou na manutenção dos fenóis totais presente na polpa dos frutos de jabuticaba.

6. REFERÊNCIAS

AGUILA, Juan Saavedra del; HOFMAN, Peter; CAMPBELL, Terrence; MARQUES, José Roberto; AGUILA, Lília Sichmann Heiffig del; KLUGE, Ricardo Alfredo. **Pré-resfriamento em água de lichia 'B3' mantida em armazenamento refrigerado**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 8, p.2373-2379, nov. 2009.

AGOSTINI, Juliana Da Silva; CÂNDIDO, Ana Carina Da Silva; TEODÓSIO, Tiara Kesli Conticelli; RODRIGUES, Janaina Narcizo; GARCETE, Glaucielli Justen; SCALON, Silvana De Paula Quintão. **Atmosfera modificada e condições de armazenamento nas características físico-químicas de jabuticabas da cultivar ' paulista '**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2601-2608, jul. 2009.

ASGHARI, Mohammadreza; AGHDAM, Morteza Soleimani. **Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops**. Trends In Food Science & Technology. Elsevier BV.v. 21, n. 10, p.502-509, out. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 942.15 B). Arlington: A.O.A.C.,1995. chapter 37. p. 11.

BENATO, Eliane Aparecida; CIA, Patrícia. Doença de Frutos em Pós-Colheita e Controle. In: (Org.). NEVES, Leandro Camargo. **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 251-287.

BIELESKI, R. L; TURNER, N. A. **Separation and estimation of amino acids in crude plant extratcts by thin-layer electrophoresis and chomatography**. Analitical Biochemistry, Orlando, v.17, p.278-293, 1966.

BORSATTI, Fabiana Chiamulera. **Indução de resistência e qualidade pós-colheita de frutas, hortaliças e flores tratadas com ácido salicílico**. Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

BRACKMANN, Auri; ANESE, Rogério de Oliveira; GIEHL, Ricardo Fabiano Hettwer; WEBER, Anderson; EISERMANN, Ana Cristina; SESTARI, Ivan. **Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'**. Bragantia, Campinas, v. 70, n. 3, p.672-676, 2011.

BRADFORD, Marion M.; **A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities ofprotein utilizing the principle of protein-dye binding**. Analitical Biochemistry, Orlando, v.72,p.248-254, 1976.

BRUNINI, Maria Amalia; COELHO, Cristina Vieira. **Influência de Embalagens em Jabuticabas 'Sabará'**. Revista Nucleus, v.3, n.1, out./abr. 2004/2005.

CANTILLANO, Rufino Fernando Flores. **Sistema de Produção do Morango: colheita e pós-colheita**. 2005. Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap12.htm>>. Acesso em: 15 maio 2015.

COSTA, Tânia da Silveira Agostini et al. Espécies de Maior Relevância para a Região Centro-Oeste. In: VIEIRA, Roberto Fontes et al (Ed.). **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p. 12-25.

DUBOIS, Michel; GILLES, K. A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, Fred. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances**. Analytical Biochemistry, Orlando, v.28, p.350-356, 1956.

GONÇALVES, Emerson Dias; CORRÊA, Elisia Rodrigues; TREVISAN, Renato. Colheita, pós-colheita, manuseio, armazenamento e conservação de frutas nativas. In: RASEIRA, Maria do Carmo Bassols et al (Ed.). **Espécies Frutíferas Nativas do Sul do Brasil**. Pelotas, Rs: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 87-99.

JENNINGS, A.C. **The determination of dihydroxy phenolic compounds in extracts of plant tissues**. Analytical Biochemistry, Orlando, v.118, p.396-398, 1991.

KLUGE, Ricardo Alfredo et al. **Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Frutas de Clima Temperado**. Pelotas, RS: Editora Ufpel, 1997. 163 p.

LEES, D.H., FRANCIS, F J. **Standardization of pigment analyses in cranberries**. HortScience, Alexandria, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LESLIE, Charles A.; ROMANI, Roger G. **Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid**. Plant Physiology, 1988, 833–837.

LIMA, Annete de Jesus Boari et al. **Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações**. ALAN, Dez 2008, vol.58, n.4, p.416-421.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, 1998. P 266.

LORENZI, Harri; SARTORI, Sergio; BACHER, Luiz. B.; LACERDA, Marco. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. p 218.

MACHADO, Nicácia Portella; COUTINHO, Enilton Fick; CAETANO, Elisa Rondan. **Embalagens Plásticas e Refrigeração na Conservação Pós-Colheita de Jaboticabas**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 166-168, Abril 2007.

MAZARO, Sérgio Miguel; BORSATTI, Fabiana Chiamulera; DALACOSTA, Nean Locatelli; LEWANDOWSKI, Adriano; DANNER, Moeses Andriago; BUSSO Cleverson; WAGNER JUNIOR, Américo. **Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico**. Agrária, Recife, v.10, n.4, p.512-517, 2015.

MORETTI, Celso Luiz. **Boas práticas agrícolas para a produção de hortaliças**. Horticultura Brasileira. 2003. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/pal05.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2015.

PIROLA, Kelli. **Caracterização fisiológica e conservação de sementes de oito fruteiras nativas do Bioma Floresta com Araucária**. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

RASEIRA, Maria do Carmo Bassols et al (Ed.). **Espécies Frutíferas Nativas do Sul do Brasil**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2004. 125 p.

RODRIGUES, Antonia Alice. C.; BEZERRA NETO, Egído; COELHO, Rildo. S. B. **Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* em Caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada**. Fitopatologia Brasileira 31:492-499. 2006.

ROMBALDI, Cesar Valmor et al. In: NEVES, Leandro Camargo. **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 16-57.

SCALON, Silvana de Paula Quintão; DELL'OLIO, Paolo; FORNASIERI, José Luiz. **Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess – Mirtaceae**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1965-1968, nov-dez, 2004.

SUPAPVANICH, S.; PROMYOU, S. Efficiency of Salicylic Acid Application on Postharvest Perishable Crops. In: HAYAT, Shamsul; AHMAD, Aqil; ALYEMENI, Mohammed Nasser (Ed.). **Salicylic Acid Plant Growth and Development**. New York London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2013. p. 339-356.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.310-335. 2004.

TERUEL, Bárbara. Tecnologias de Resfriamento Rápido de Frutos. In: NEVES, Leandro Camargo. **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 87-126.

VIEIRA, Roberto Fontes et al (Ed.). **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. P. 320.

WEI, Yunxiao; LIU, Zhenfeng; SU, Yujing; LIU, Donghong; YE, Xingqian. **Effect of Salicylic Acid Treatment on Postharvest Quality, Antioxidant Activities, and Free Polyamines of Asparagus**. Journal of Food Science. v. 76, n. 2, p. 126-132, 2011.

YAMASHITA, Fábio. Embalagem Pós-Colheita para Frutos. In: NEVES, Leandro Camargo. **Manual Pós-Colheita da Fruticultura Brasileira**. Londrina: Eduel, 2009. p. 163-187.

ZAGORY, Devon; KADER, Adel.A. **Modified atmosphere packing of fresh produce**. Food Technology, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, 1988.

ZONTA, E.; MACHADO, A.A. **SANEST** – Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: UFPel. 1984, 75 p.