UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA

LISMAÍRA GONÇALVES CAIXETA GARCIA

Orientador:

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva

Co-orientadores:

Profa. Dra. Clarissa Damiani

Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri

Goiânia
Brasil

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **[ ] Dissertação** **[X] Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia

Título do trabalho: Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jabuticaba

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Lismaíra G. C. Garcia

Assinatura do(a) autor(a)[2]

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)[2]

Data: 17 / 07 / 2017

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

[2] A assinatura deve ser escaneada.

LISMAÍRA GONÇALVES CAIXETA GARCIA

DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA

Tese a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva

Co-orientadores:

Profa. Dra. Clarissa Damiani

Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri

Goiânia, GO – Brasil
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Gonçalves Caixeta Garcia, Lismaíra
Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jabuticaba [manuscrito] / Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia. - 2017.
XCIV, 94 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Alves da Silva; co-orientadora Dra. Clarissa Damiani; co-orientador Dr. Eduardo Ramirez Asquieri.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2017.
Bibliografia.

1. antese. 2. estádio de maturação. 3. perda de massa. 4. taxa de respiração. I. Alves da Silva, Flávio, orient. II. Título.

CDU 631/635

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

UFG

ATA DE DEFESA DE TESE

Aos trinta dias do mês de junho do ano de dois mil e dezessete (30.06.2017), às 08h30min, no Mini-auditório do PPGA, da Escola de Agronomia da UFG, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos membros: Prof. Dr. Flávio Alves da Silva - Orientador e Presidente da Banca, Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza, Profª. Drª. Abadia dos Reis Nascimento, Profª. Drª. Fernanda Salamoni Becker e Profª. Drª. Raquel de Andrade Cardoso Santiago, para a realização da sessão pública da defesa de Tese intitulada: "**Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jabuticaba**", de autoria de **Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia**, discente do curso de **Doutorado**, na área de concentração em **Produção Vegetal**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG. A sessão foi aberta pelo presidente, que fez a apresentação formal dos membros da Banca e deu início as atividades relativas à defesa da Tese. Passou a palavra a doutoranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida sequencialmente pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFG, a Banca Examinadora considerou a Tese "**APROVADA**", com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOUTORA** em Agronomia, na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, pela Universidade Federal de Goiás. A doutoranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da Tese à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Para finalizar, o Presidente agradeceu os membros examinadores, congratulou-se com a doutoranda e encerrou a sessão às 11h55min, para constar, eu Welinton Barbosa Mota, secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva
Presidente da Banca - EA/UFG

Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza
Membro - EA/UFG

Profª. Drª. Abadia dos Reis Nascimento
Membro - EA/UFG

Prof. Dr. Fernanda Salamoni Becker
Membro - EA/UFG

Profª. Drª. Raquel de Andrade Cardoso Santiago
Membro - FANUT/UFG

LISMAÍRA GONÇALVES CAIXETA GARCIA

DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE JABUTICABA

Tese DEFENDIDA e APROVADA em 30 de junho de 2017 pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Profa. Dra. Eli Regina Barboza de Souza membro interno – EA-UFG	Profa. Dra. Abadia do Reis Nascimento membro interno – EA-UFG
Profa. Dra. Fernanda Salamoni Becker membro externo – EA-UFG	Profa. Dra. Raquel de Andrade Cardoso Santiago membro externo – FANUT-UFG

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva
orientador – EA-UFG

Goiânia, Goiás
Brasil

DEDICO

A Deus que me deu forças e sabedoria para a realização deste trabalho. Aos meus pais, Nilva e Antônio, pelo apoio e amor incondicional. Ao meu amor, Rodrigo Fonseca Pinheiro, que sempre esteve ao meu lado me dando forças.

AGRADECIMENTOS

Tantos foram aqueles que me ajudaram, de alguma forma ou outra, na elaboração e realização desse trabalho. A todos estes, antecipo o meu “muito obrigada”. Mas, sem dúvida, há aqueles que precisam ser mencionados:

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estudar, pela sabedoria e pela força para chegar até aqui.

À minha mãe (Nilva de Oliveira Caixeta Garcia) e ao meu pai (Antônio Gonçalves Garcia), que estiveram sempre ao meu lado me dando todo apoio necessário no decorrer de todo o doutorado, por sempre me encorajar e principalmente por sempre acreditarem em mim e me incentivar.

Ao meu grande amor, Rodrigo Fonseca Pinheiro, pelo amor, pela amizade, por ter me apoiado a cada segundo durante o doutorado, me dado força, incentivo, por não ter me deixado desistir, por ter aguentado meus estresses e por sempre acreditar em mim.

Ao professor Flávio Alves da Silva, meu orientador pelos ensinamentos repassados, pela amizade, pelo apoio, pelo companheirismo, pelo incentivo, por sempre me deixar trabalhar à vontade. E principalmente por ter me apoiado, quando resolvi prestar concurso sem nem ter terminado o doutorado. Obrigada por tudo!

À professora Clarissa Damiani, minha co-orientadora. Obrigada pela orientação, amizade, incentivo, apoio, paciência, carinho e todos os conhecimentos transmitidos.

Ao professor Eduardo Ramirez Asquieri, meu co-orientador, pelos inúmeros ensinamentos repassados no laboratório, pelas conversas e pelo carinho.

Aos membros da banca examinadora, pela disposição em fazer as correções em tempo hábil, e pelas valiosas sugestões para a melhoria deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, que contribuíram para a minha formação.

Aos proprietários da Fazenda e Vinícola Jabuticabal, que doaram as jabuticabas, e que nunca mediram esforços para contribuir com nosso trabalho, tornando possível a realização desta tese.

À minha querida amiga Daniela Ortiz, minha parceira no laboratório (e fora também), quanto coisa aprendemos juntas, sou eternamente grata a você e à sua amizade.

Ao meu amigo Lucas Marquezan Nascimento pela parceria durante estes três anos, pela amizade, companheirismo e pelos conhecimentos divididos.

Ao meu amigo Carlos de Melo pela parceria, pelo companheirismo e pelo auxilio imenso na análise estatística, sem você seria impossível conseguir.

À Letícia Freire de Oliveira e Isadora Sanchez, minhas amigas e companheiras de casa, por aguentar meus stress e desabafos.

A todos os meus amigos que contribuíram não só para a realização do trabalho, mas também pelo valor da amizade de cada um. Meus sinceros agradecimentos.

À Universidade Federal de Goiás pela oportunidade da realização deste trabalho.

À FAPEG (Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Goiás) pelo auxílio financeiro concedido, e pela concessão da bolsa de doutorado.

Seria praticamente impossível lembrar de todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira para que este trabalho chegasse ao final com êxito. Caso tenha me esquecido de você, desculpe-me, mas tenha a certeza de que sou imensamente grato a você e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

Muitíssimo obrigada a todos!!!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

2 REVISÃO DE LITERATURA 18
2.1 JABUTICABA 18
2.1.1 Compostos bioativos e atividade antioxidante 22
2.2 DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO 23
2.3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA 24
2.3.1 Armazenamento Refrigerado 25
2.3.2 Cloreto de Cálcio 26
2.4 REFERÊNCIAS 27

3 PERÍODO DE COLHEITA DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL' EM RELAÇÃO À CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DURANTE O SEU DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO 34
3.1 INTRODUÇÃO 35
3.2 MATERIAL E MÉTODOS 35
3.2.1 Análises 36
3.2.1.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal 36
3.2.1.2 Taxa respiratória 37
3.2.1.3 Coloração 37
3.2.1.4 Clorofila 37
3.2.1.5 Antocianinas 38
3.2.1.6 Firmeza 38
3.2.1.7 Pectinas total e solúvel 39
3.2.1.8 Amido 39
3.2.1.9 pH e acidez total titulável 39
3.2.1.10 Sólidos solúveis totais 39
3.2.2 Análise estatística 40
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 40
3.4 CONCLUSÃO 47
3.5 REFERÊNCIAS 47

4 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL' DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO 50
4.1 INTRODUÇÃO 51
4.2 MATERIAL E MÉTODOS 51
4.2.1 Análises 52
4.2.1.1 Obtenção dos extratos para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante *in vitro* 52
4.2.1.2 Compostos fenólicos 53
4.2.1.3 Atividade antioxidante in vitro 53
4.2.1.3.1 FRAP 53
4.2.1.3.2 DPPH 54
4.2.1.3.3 $ABTS^{\cdot+}$ 54
4.2.1.4 Taninos hidrolisados 54
4.2.1.5 Vitamina C 55

4.2.2 Análise estatística..... 55
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 55
4.4 CONCLUSÃO..... 62
4.5 REFERÊNCIAS 63

5 COMPOSIÇÃO PROXIMAL, PERFIL DE MINERAIS E AÇÚCARES PREDOMINANTES POR CROMATOGRAFIA IÓNICA AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL' 66
5.1 INTRODUÇÃO..... 67
5.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 68
5.2.1 Análises..... 68
5.2.1.1 Composição proximal..... 69
5.2.1.2 Minerais..... 69
5.2.1.3 Perfil de açúcares..... 69
5.2.2 Análise estatística..... 70
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 70
5.4 CONCLUSÃO..... 75
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76

6 EFEITO DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO E DE DIFERENTES TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO NA PÓS-COLHEITA DE JABUTICABAS VARIEDADE 'PINGO DE MEL' 79
6.1 INTRODUÇÃO..... 80
6.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 81
6.2.1 Matéria-prima..... 81
6.2.2 Delineamento experimental 82
6.2.3 Análises..... 82
6.2.3.1 Cor 82
6.2.3.2 Firmeza 83
6.2.3.3 Taxa respiratória..... 83
6.2.3.4 Perda de massa 83
6.2.3.5 pH e acidez titulável 83
6.2.3.6 Pectinas total e solúvel 84
6.2.3.7 Vitamina C..... 84
6.2.3.8 Açúcares totais..... 84
6.2.3.9 Obtenção dos extratos para análise de atividade antioxidante *in vitro*..... 85
6.2.3.10 Atividade antioxidante *in vitro* 85
6.2.3.10.1 FRAP 85
6.2.3.10.2 ABTS$^{\cdot+}$ 866
6.2.3.11 Análises estatística..... 86
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 86
6.4 CONCLUSÃO..... 92
6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 93

7 CONCLUSÕES GERAIS 97

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Jabuticabeira	19
Figura 2.2	Jabuticaba	20
Figura 2.3	Diagrama esquemático das fases de desenvolvimento dos frutos.....	23
Figura 3.1	Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.....	40
Figura 3.2	Valores médios e desvio padrão do diâmetro longitudinal (a), diâmetro transversal (b), massa (c) e taxa respiratória (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	41
Figura 3.3	Valores médios e desvio padrão da pectina solúvel (a), pectina total (b), firmeza (c) e amido (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	43
Figura 3.4	Valores médios e desvio padrão do pH (a), acidez titulável em ácido cítrico (b), sólidos solúveis totais (c) e relação sólidos solúveis acidez (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	44
Figura 3.5	Valores médios e desvio padrão de a* (a), b* (b) e L* (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de Mel'.....	46
Figura 3.6	Valores médios e desvio padrão de clorofila (a) e antocianinas (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	47
Figura 4.1	Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO. DAA = Dias após antese.....	56
Figura 4.2	Valores médios e desvio padrão dos teores de compostos fenólicos no extrato etanólico (a) e aquoso (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	57
Figura 4.3	Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método de descoloração do DPPH no extrato etéreo (a) etanólico (b) e aquoso (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	58
Figura 4.4	Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método de FRAP no extrato etanólico (a) e aquoso (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	59
Figura 4.5	Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método $ABTS^{\cdot+}$ no extrato etéreo (a) etanólico (b) e aquoso (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	60
Figura 4.6	Valores médios e desvio padrão dos teores de vitamina C (a) e taninos hidrolisados (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.....	61

Figura 5.1	Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO. DAA = Dias após antese.....	70
Figura 5.2	Valores médios e desvio padrão do teor de umidade em base úmida durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.....	71
Figura 5.3	Valores médios e desvio padrão dos teores de cinzas (a), lipídeos (b), proteínas (c) e carboidratos (d) em base seca, durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.....	72
Figura 5.4	Valores médios e desvio padrão dos teores de micro (a) e macrominerias (b), durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.....	73
Figura 5.5	Valores médios e desvio padrão dos teores de glicose, frutose e sacarose durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.....	75
Figura 6.1	Valores médios da taxa respiratória (CO_2 e O_2) dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', armazenados nas diferentes temperaturas de armazenamento (6ºC, 12°C e 25ºC), durante o tempo de armazenamento (0 a 12 dias).....	87
Figura 6.2	Análise dos componentes principais considerando tempo de armazenamento (0 a 12 dias), diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%), temperaturas de armazenamento (6ºC, 12ºC e 25ºC) e parâmetros morfo-fisiologicos dos frutos a jabuticabeira variedade 'Pingo de mel'.....	90
Figura 6.3	Valores médios de perda de massa (g 100 g^{-1}), firmeza (N), pH, açúcares totais (g 100g^{-1}) e vitamina C (mg ácido ascórbico 100 g^{-1}) dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', armazenados nas diferentes temperaturas de armazenamento (6ºC, 12°C e 25ºC), durante o tempo de armazenamento (0 a 12 dias).....	91

RESUMO

GARCIA, L. G. C. **Jabuticaba variedade 'Pingo de mel': estudo do desenvolvimento fisiológico e caracterização pós-colheita**. 2017. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017[2].

A jabuticaba é um fruto conhecido e apreciado em praticamente todo o mundo, além disso, possui alegadas propriedades funcionais. No entanto o fruto apresenta comércio limitado, devido a sua alta perecibilidade. Objetivou-se com o presente trabalho caracterizar física e quimicamente os frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' ao longo do seu desenvolvimento fisiológico, bem como analisar a influencia da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, associado a diferentes temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de jabuticaba. Para a caracterização do desenvolvimento fisiológico, os frutos foram coletados aos dez dias após a antese (DAA) e prorrogou-se até o completo amadurecimento, com intervalos de quatro dias entre as coletas. O período compreendido entre a antese e o amadurecimento foi de 34 dias. Para a análise pós-colheita os frutos foram coletados aos trinta dias após a antese e submetidos à imersão em solução de cloreto de cálcio, com diferentes concentrações (0%, 2%, 4% e 6%), durante 30 minutos, à temperatura ambiente. Posteriormente, foram secas e embaladas em potes de polipropileno e armazenadas em diferentes temperaturas (6°C, 12°C e 25°C). As amostras foram analisadas no tempo 0 e a cada dois dias, até os 12 dias de armazenamento. No desenvolvimento fisiológico observou-se que os valores de diâmetros, massa e sólidos solúveis e antocianinas, aumentaram até os 30 DAA, enquanto que os teores de pectina solúvel elevaram-se até os 34 DAA. A taxa respiratória apresentou resultado oposto com redução até os 30 DAA, os teores de firmeza e clorofila total apresentaram redução até os 34 DAA, o pH reduziu até os 18 DAA, com posterior elevação até os 34 DAA, enquanto que a acidez apresentou comportamento contrário. Níveis elevados de compostos fenólicos, taninos hidrolisados e atividade antioxidante foram observados aos 10 DAA, enquanto o conteúdo de vitamina C foi maior ao longo do amadurecimento. Observou-se aumento na umidade, proteína e lipídios até 18 DAA, com redução até a maturação, e notou-se comportamento oposto para os níveis de cinzas e carboidratos. Em geral, os minerais diminuíram ao longo do desenvolvimento. Em relação ao perfil de carboidratos, a frutose apresentou maior concentração, com aumento durante a maturação. Na análise pós-colheita as diferentes concentrações de cloreto de cálcio não apresentaram efeito na conservação das características dos frutos nas diferentes temperaturas de armazenamento e nem mesmo ao longo do tempo. No decorrer dos dias de armazenamento houve aumento dos teores de pectinas, da atividade antioxidante, do CO_2, dos açúcares totais, da acidez e da perda de massa. Maiores temperaturas influenciaram no aumento da perda de massa, do pH e da produção de O_2 e redução da vitamina C. Portanto para se obter frutos de melhor qualidade em relação ao grau de maturação é de grande importância realizar a colheita entre 30 e 34 DAA. Na pós-colheita a refrigeração foi importante para a conservação pós-colheita dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', visto que as frutas submetidas à temperatura de 6°C de armazenamento sofreram menores variações e/ou mantiveram condições semelhantes ou melhores nos frutos durante os 12 dias.
Palavras-chaves: antese, estádio de maturação, perda de massa taxa de respiração.

[2] Orientador: Prof. Dr. Flávio Alves da Silva, EA-UFG. Co-orientadores: Profa. Dra. Clarissa Damiani, EA-UFG. Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri, FF-UFG

ABSTRACT

GARCIA, L. G. C. **Jabuticaba variety 'Pingo de miel': study of the physiological development and post-harvest characterization**. 2017. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017[3].

Jabuticaba fruit is known and appreciated all over the world. Despite its recognized functional properties, it has a limited market due to its high perishability. The present study aimed to evaluate the physicochemical characterization of jabuticaba fruits variety *Pingo de mel* during its physiological development, and the effect of different calcium chloride concentrations on the post-harvest conservation of jabuticaba at different storage temperatures. To evaluate the physiological development, the fruits were collected ten days after the anthesis (DAA) until complete maturation, with intervals of four days between the collections. The period between anthesis and maturation was 34 days. For the post-harvest analysis, the fruits were collected 30 days after the anthesis and immersed into calcium chloride solution at different concentrations (0%, 2%, 4%, and 6%) for 30 minutes at room temperature. Then, the fruits were dried and packed in polypropylene bags and stored at different temperatures (6°C, 12°C, and 25°C). Samples were analyzed at time 0 and every two days, up to 12 days of storage. In the physiological development, the mean diameter, mass, soluble solids, and anthocyanins content increased up to 30 DAA, while the soluble pectin increased up to 34 DAA. A reduction in respiratory rate was observed up to 30 DAA, as well as the firmness and total chlorophyll indices up to 34 DAA, and pH up to 18 DAA, which increased up to 34 DAA. In contrast, an opposite behavior was observed for acidity values. Higher levels of phenolic compounds, hydrolyzed tannins, and antioxidant activity were observed at 10 DAA, while the vitamin C content was higher throughout the maturation stage. An increase in moisture, protein, and lipids was observed up to 18 DAA, with reduction until maturation, with opposite behavior for ash and carbohydrates levels. In general, minerals decreased throughout the development stage. In relation to the carbohydrate profile, higher fructose contents were observed with an increase during maturation. In the post-harvest evaluation, the different calcium chloride concentrations had no effect on the maintenance of fruit characteristics over time, at different storage temperatures. Throughout the storage, there was an increase in pectin, antioxidant activity, CO_2, total sugars, acidity, and mass loss. Higher storage temperatures affected both the increase in mass loss, pH, and O_2 production, and the reduction of vitamin C content Therefore, to obtain better quality fruits concerning the degree of maturation, it is of great importance to harvest jabuticaba between 30 and 34 DAA. Refrigeration was important for the post-harvest conservation of the jabuticaba fruits variety *Pingo de mel*, once the fruits stored at 6 ° C suffered minor variations, with improvements or little changes during the 12 days.

Keywords: anthesis, maturation stage, mass loss, respiration rate.

[3] Adviser: Prof. Dr. Flávio Alves da Silva, EA-UFG. Co-advisers: Profa. Dra. Clarissa Damiani, EA-UFG. Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri, FF-UFG.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é o setor que mais cresce no contexto da agricultura brasileira (Luna & Ramos Junior, 2005) e, dentre as espécies nativas de importância no Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria* sp). A jabuticaba é um fruto tropical, de grande valor nutricional, possuindo alto teor de carboidratos, fibras, vitaminas, flavonoides e sais minerais (Ascheri et al., 2006). Vários estudos já demonstraram que este fruto, também, apresenta atividade antioxidante e conteúdo significativo de antocianinas (Einbond et al., 2004; Reynertson et al., 2008).

Apesar de seu grande potencial, não existem estudos sobre o desenvolvimento fisiológico da jabuticaba, o qual é importante para o estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas (Chitarra, 1998; Vilas Boas, 1999). O ciclo vital de um fruto pode ser dividido nas fases de desenvolvimento: pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência, abrangendo diferentes processos fisiológicos e bioquímicos, desde a formação até a morte do órgão (Chitarra & Chitarra, 2005).

Grandes perdas (entre 20% e 80%) de frutas frescas ocorrem entre a colheita e o consumo final. Alguns frutos têm vida de prateleira curta, o que é desvantagem importante para as cadeias de distribuição. Consumidores de todo o mundo têm demandado alimentos de alta qualidade, sem conservantes químicos e com vida útil prolongada (Chien et al., 2007).

O armazenamento à baixa temperatura é uma técnica muito utilizada na conservação de frutos, para aumentar a durabilidade e minimizar as perdas pós-colheita. Entretanto, muitas vezes, torna-se necessária a associação de outros métodos de conservação para manter os aspectos de qualidade do fruto (Fante, 2011). Vários métodos podem ser empregados para ampliar a vida de prateleira de frutas e hortaliças. Estes métodos incluem o uso de atmosfera modificada, que pode ser pelo acondicionamento das frutas em filmes plástico, pelo recobrimento com revestimentos comestíveis ou em embalagens de polipropileno. Além do controle de temperatura e embalagens, a aplicação

do cloreto de cálcio pré ou pós-colheita tem sido estudada por vários autores, visando prolongar a conservação de frutas e hortaliça.

Neste contexto objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, por meio de análises físicas e químicas, bem como analisar a influencia da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, associado a diferentes temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de jabuticabas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 JABUTICABA

Dentre as espécies nativas de importância no Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria* sp), pertencente à família Myrtaceae, a qual foi domesticada e incorporada à cultura popular pelos indígenas tupis (Danner et al., 2006). Seu fruto foi chamado pelos tupis de IAPOTI'KABA, ou seja, "fruta de botão", em uma referência à sua forma arredondada (Meleti, 2000). Trata-se de uma planta originária da região de Minas Gerais, porém encontra-se amplamente distribuída em quase todas as regiões brasileiras (Silveira et al., 2006), podendo ser encontrada desde o Estado do Pará até o do Rio Grande do Sul e, também, em outros países como Bolívia, Argentina, Uruguai e Peru (Ascheri et al., 2006).

A espécie mais difundida no Brasil é a *Myrciaria cauliflora*, sendo as principais variedades: a *M. cauliflora* (DC) Berg (jabuticaba paulista ou jabuticaba ponhem ou jabuticaba assu) e a *M. jabuticaba* (Vell) Berg (jabuticaba sabará) que produzem frutos apropriados tanto para a indústria como para consumo *in natura* (Mattos, 1983; Donadio, 2000). A *M. jabuticaba* (Vell) Berg, é a mais apreciada e doce das jabuticabas e a mais intensamente plantada, apresentando crescimento médio, mas muito produtivo, com fruto miúdo, de epicarpo fino, quase preto e muito saboroso, com maturação precoce. Já a *M. cauliflora* (DC) Berg, apresenta maior porte do que a anterior e de grande produção, com fruto grande e coriáceo, com maturação mais tardia (Gomes, 1983).

Em Goiás há grande produção de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', destacando-se o município de Hidrolândia, que possui mais de 150 produtores rurais que exploram, comercialmente o fruto, com mais de 50 mil pés desta variedade (GARCIA, 2014).

A jabuticabeira (Figura 2.1) possui porte relativamente alto, com oito metros de altura, em média, tronco liso amarelo-avermelhado com as flores emergindo diretamente em pequenos nódulos sobre o tronco ou sobre ramos não muito finos (Casagrande Junior et al., 2000). Os frutos (Figura 2.2) apresentam-se sob a forma de uma

baga globosa, pele lisa, com até 3 cm de diâmetro, verde brilhante ao violeta escuro, dependendo da fase de maturação, polpa esbranquiçada, mucilaginosa, agridoce, saborosa, comumente com única e pequena semente, mas podendo apresentar até quatro (Donadio, 2000; Lima et al., 2008). O sabor doce e subácido do fruto são devidos provavelmente à presença de açúcares, ácidos orgânicos e terpenos (Plagenan et al., 2012).

Figura 2.1. Jabuticabeira (fonte: arquivo pessoal, Nova Fátima, GO, 2014)

É uma planta de origem subtropical, mas também adaptada ao clima tropical, no entanto não tolera geada intensa. A jabuticabeira desenvolve-se bem em solos férteis, profundos e com bom suprimento de água o ano todo, principalmente nos períodos de floração e frutificação (Suguino et al., 2012).

A jabuticaba apresenta potencial de comercialização, por ser apreciada tanto para consumo *in natura* quanto para a fabricação de geleias, bebidas fermentadas, vinagre e licores. Além disso, os frutos podem ser aproveitados pela indústria farmacêutica e alimentícia, devido a seu alto teor de substâncias antioxidantes. O uso das jabuticabeiras como planta ornamental também é indicado, pela exuberância de sua arquitetura e beleza da florada e frutificação (Citadin et al., 2010).

Figura 2.2. Jabuticaba (fonte: arquivo pessoal, Nova Fátima, GO, 2014)

A jabuticaba é um fruto tropical que apresenta valor sensorial e nutricional, uma vez que apresenta elevado teor de açúcares, fibras, sais minerais como cálcio e fósforo (Tabela 2.1) e alto teor de compostos fenólicos (Ascheri et al., 2006; Teixeira, 2011). Jabuticaba também contém níveis significativos de alguns aminoácidos como lisina e triptofano. Vitaminas B1 e B2 são encontradas como constituintes menores na fruta. O ácido ascórbico (vitamina C), um importante nutriente antioxidante solúvel em água, foi encontrado em níveis de até 238 mg em 100 g de frutas frescas (Rufino et al., 2011). Em adicional aos nutrientes clássicos, antocianinas totais em 100 g de jabuticaba fresca foram relatados em estudos realizado por Terci (2004), utilizando-se três diferentes métodos espectrofotométricos, no qual foram determinados teores entre 310 e 315 mg de antocianinas por 100 g de fruta, Reynertson (2007) utilizou o fruto inteiro e seco, e encontrou valores de 433 mg . 100 g^{-1} para a cianidina-3-glicosídeo e 81 mg . 100 g^{-1} para a delfinidina-3-glicosídeo.

A capacidade antioxidante das frutas pode estar associada a vários parâmetros, incluindo os estágios de amadurecimento e a matriz do produto vegetal. A complexidade

na matriz de frutos pode levar a uma baixa correlação entre os resultados dos ensaios antioxidantes utilizados, devido aos diferentes mecanismos dos antioxidantes. Além disso, o método de análise de capacidade antioxidante depende do gerador de radicais livres ou oxidante, e também da tecnologia utilizada (Zulueta et al., 2009).

Tabela 2.1. Composição nutricional por 100 g de jabuticaba *in natura*.

Componentes	Teor
Umidade (%)	83,60
Energia (kcal)	58,00
Proteína (g)	0,60
Lipídeos (g)	0,10
Carboidrato (g)	15,30
Fibra alimentar (g)	2,30
Cinzas (g)	0,40
Cálcio (mg)	8,00
Ferro (mg)	0,10
Fósforo (mg)	15,00
Potássio (mg)	130,00
Vitamina C (mg)	16,20

Fonte: Taco (2011).

A jabuticaba, embora popular em todo o País, não chega a ter valor comercial elevado, pois apesar de ser grande a produção de um único pé, depois de colhida, a fruta tem uma vida útil de até três dias, quando é observada alteração na aparência do fruto, decorrente da intensa perda de água, deterioração e fermentação da polpa, o que prejudica a sua comercialização (Sato, 2005; Lima et al., 2008). Essa deterioração é resultado do desenvolvimento de microrganismos, atividade enzimática e reações químicas que interferem na qualidade final do fruto e eleva as perdas pós-colheita (Ribeiro & Seravalli, 2007).

Em algumas regiões do País (como em Goiás), a comercialização é efetuada principalmente na forma *in natura* às margens de rodovias, por famílias carentes que coletam os frutos de plantas nativas. Dessa forma, essa atividade informal reveste-se de importância econômico-social, pois proporciona renda adicional a essas famílias durante o período de colheita (Citadin et al., 2010). Neste contexto, o estudo sobre o desenvolvimento fisiológico, torna-se importante, uma vez que este é essencial para o

estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas (Chitarra, 1998; Vilas Boas, 1999).

2.1.1 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Vem aumentando nos últimos anos o interesse pela identificação de antioxidantes alimentares de fontes naturais, especialmente de origem vegetal. A caracterização dos compostos fenólicos, capacidade antioxidante, antocianinas, carotenoides e açúcares solúveis totais presentes nos alimentos é de grande valia, devido à proteção exercida por esses compostos no corpo humano contra os efeitos nocivos dos radicais livres, além de retardar o progresso de muitas doenças crônicas e evitar a peroxidação lipídica (Gulçin, 2012).

Os antioxidantes naturais incluem diversos compostos como vitaminas, minerais, compostos fenólicos, pigmentos naturais e sintéticos, além disso cada um pode ser afetado por alguns fatores como pH, luz, temperatura, tempo de cocção, meio lipídico, exposição ao ar livre, entre outros (Leite et al., 2017). A vitamina C, por exemplo, pode ter atividade tanto antioxidante, quando reduz peróxido de hidrogênio, quanto pró-oxidante em casos de altas doses, pois o ácido ascórbico é um facilitador da reação de Fenton (se expressa na redução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) pelo Cu+ e Fe2+ dando origem ao radical hidroxila), pois é capaz de reduzir os metais de transição essenciais à ocorrência desta reação (DINIZ, 2015).

Os compostos fenólicos são metabolitos secundários de plantas que desempenham papel importante na pigmentação, crescimento, reprodução das plantas, bem como na resistência aos agentes patogênicos (Ghasemzadeh & Ghasemzadeh, 2011). Seu conteúdo em frutas é amplamente afetado de acordo com a cultivar, condições ambientais pré-colheita, pós-colheita, condições de armazenamento, processamento e grau de maturidade (Shahidi & Naczk, 2004). Durante a maturação da fruta, o teor de compostos fenólicos sofre uma série de processos complexos de biossíntese, levando a mudanças em sua composição e conteúdo (Prasanna, Prabha e Tharanathan, 2007).

Todos estes compostos têm recebido uma atenção crescente devido às suas potentes capacidades antioxidante e seus benefícios notáveis para a saúde na prevenção de várias doenças associadas ao estresse oxidativo, como câncer, envelhecimento celular, doenças cardiovasculares e inflamação (Dai & Mumper, 2010).

2.2 DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO

A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade. O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estádio de maturação adequado para a colheita comercial (Coombe, 1976; Esposti et al., 2008). A caracterização física e química de frutos durante os estágios de desenvolvimento pode ser usada para identificar o ponto ótimo de colheita, quando os componentes químicos e funcionais da fruta são maximizados (Neves et al., 2015).

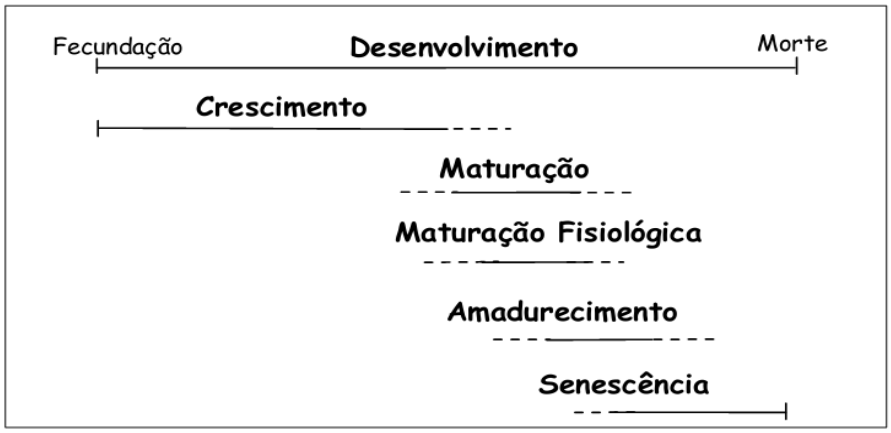


Figura 2.3. Diagrama esquemático das fases de desenvolvimento dos frutos (fonte: Silva., 2008)

A fase de crescimento envolve a divisão celular e subsequente alargamento da célula, que determina o tamanho final do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005; Vilas-Boas, 2006). Nesta fase, ocorre o incremento irreversível nos atributos físicos, como o peso e tamanho do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005; Berilli et al., 2007). Variações nos fatores ambientais como luz, temperatura, precipitação pluviométrica, solo entre outros, têm influência decisiva nessa fase de desenvolvimento do fruto (Chitarra & Chitarra, 2005).

Na maturação, o fruto continuará sua ontogenia, mesmo que destacado da planta (Wills et al., 1998). Geralmente, os frutos são colhidos nesse estádio, após o qual, sobrevivem utilizando substratos acumulados. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível,

podendo ser retardado com o uso de meios adequados (Chitarra & Chitarra, 2005). De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) e Vilas Boas (2006), a maturação, geralmente, inicia antes do crescimento acabar e inclui diferentes alterações na composição, que variam de acordo com o tipo de fruto.

O amadurecimento é caracterizado por mudanças de natureza bioquímica, que resultam em características estéticas e de qualidade para o fruto, devido mudanças na sua composição, na cor, textura e outros atributos sensoriais, que tornam o fruto aceitável para o consumidor (Kluge et al., 2002; Chitarra & Chitarra, 2005). Nesse estádio, há aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da acidez e da adstringência. O fruto torna-se mais macio e mais colorido em decorrência da degradação da clorofila e do desenvolvimento acentuado de pigmentos carotenoides e/ou flavonoides (Chitarra & Chitarra, 2005).

A senescência é o período em que os processos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dão espaço aos catabólicos (degradativos), chegando ao envelhecimento e, em seguida, morte do tecido. O fato dos parâmetros para diferentes frutos não serem iguais em sua natureza ou tempo, dificulta a determinação de parâmetros bioquímicos ou fisiológicos para descrição destes estádios (Chitarra & Chitarra, 2005; Vilas-Boas, 2006).

Uma série de mudanças físicas, químicas, enzimáticas e de parede celular acontecem durante o desenvolvimento dos frutos. O padrão de crescimento dos frutos pode ser estudado pelas modificações físicas. O conhecimento da curva de crescimento é de fundamental importância, tanto para frutos verdes quanto para frutos maduros, uma vez que o produtor, sabendo qual o período de tempo necessário para se atingir um determinado estádio de desenvolvimento, pode planejar suas atividades, tais como pulverizações e ponto de colheita (Alvarenga et al., 2014).

2.3 CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

A demanda pelo consumo de frutas e hortaliças tem levado à necessidade de técnicas de armazenamento pós-colheita que prolongue a vida de prateleira e mantenham qualidades sensoriais iniciais do produto (Sánchez et al., 2009). As práticas de manuseio pós-colheita são tão importantes quanto as práticas culturais. De nada adianta a utilização da moderna tecnologia agrícola visando ao aumento da produção de alimentos, se estes não

forem convenientemente aproveitados pelo homem. Muitos problemas relacionados com a perda acentuada de qualidade e deterioração dos alimentos são o resultado de danos sucessivos e cumulativos que estes sofrem durante todos os seus períodos de manuseio, armazenamento e transporte (Cortez et al., 2002).

O manuseio de frutos tropicais requer cuidados especiais em todas as etapas da cadeia de comercialização (desde o produtor até o consumidor). A rapidez com que amadurecem demanda tecnologia de manuseio especial e justifica o pequeno volume de exportação observado para a maioria desses produtos (Menezes & Alves, 1995).

Para prolongar o período de armazenamento dos frutos, é necessário utilizar técnicas de conservação que interfiram nos processos fisiológicos, reduzindo as taxas de transpiração e respiração, por meio da diminuição da temperatura, elevação da umidade relativa do ar, uso de aditivos na superfície e de embalagens adequadas, uma vez que a aparência é o critério mais utilizado pelo consumidor para avaliar a qualidade de frutas e hortaliças (Chitarra & Chitarra, 2005).

2.3.1 Armazenamento Refrigerado

A refrigeração é o método mais utilizado para armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas. Sem esse cuidado, as deteriorações são mais rápidas devido à produção do calor vital e a liberação de CO_2 decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também, por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução na respiração, há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida em nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, mas de forma a preservar a qualidade durante todo o período de armazenamento (Chitarra & Chitarra, 2005).

A diminuição da temperatura após a colheita e durante o armazenamento reduz a respiração, produção de etileno e transpiração, que são os fatores desencadeantes da deterioração após a retirada dos frutos da planta mãe (Chitarra & Chitarra, 2005). Dependendo da temperatura durante o armazenamento, podem ocorrer alterações nas principais transformações químicas e físicas de interesse comercial do fruto, destacando-se

principalmente as alterações nos teores de carboidratos, ácidos orgânicos, pigmentos, compostos voláteis, textura e peso (Flores-Cantillano et al., 2008; Pompeu et al., 2009).

Dentro da faixa de temperatura de 0°C a 30°C, a cada 10°C de aumento na temperatura, a velocidade respiratória pode duplicar, triplicar ou mesmo quadruplicar. O calor acelera a respiração e, consequentemente, promove a degradação da qualidade de frutas e hortaliças. Por esse motivo utiliza-se a tecnologia de resfriamento para diminuir o calor do produto e do ambiente onde este se encontra. Por outro lado, se a temperatura é muito baixa, dependendo do produto pode ocorrer injúrias fisiológicas, podendo aumentar a taxa respiratória (Cortez et al., 2002; Fonseca et al., 2002).

Vieites et al. (2012) ao analisarem a qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte' observaram que a melhor preservação da firmeza dos abacates foi observada quando os frutos foram refrigerados, enquanto para os frutos armazenados em temperatura ambiente, o decréscimo foi gradual e constante. Lima et al. (2013) estudaram a qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração e concluíram que as modificações que ocorrem em parâmetros considerados importantes para a qualidade de *physalis*, como pH, acidez titulável, SS/AT, firmeza e cor, durante o período de armazenamento de frutos, podem ser minimizados com o uso da refrigeração (4 °C). Machado et al. (2007), estudaram a influencia de embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jabuticabas e observaram que as jabuticabas armazenadas sob refrigeração (0ºC e 90% UR) apresentaram, em todos os tratamentos, menor perda de peso.

2.3.2 Cloreto de Cálcio

O cálcio está diretamente relacionado à qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças (Manica, 2000), uma vez que atua na regulação do amolecimento destes, formando pontes entre os ácidos pécticos e polissacarídeos (Mota et al., 2002), o que confere resistência, principalmente na lamela média (Luna-Guzman et al., 1999; Lara et al., 2004). Essas pontes funcionam como sítios antisenescência e estabiliza a estrutura da parede e da membrana celular, o que dificulta o acesso e/ou interfere na atividade de enzimas hidrolíticas, como a pectinametilesterase (PME). Diante disto e na tentativa de manter a textura e a firmeza, retardar a senescência e reduzir a taxa respiratória e a produção de etileno de frutas e hortaliças, tem sido utilizada a aplicação de cálcio (Botelho

et al., 2002; Mota et al., 2002; Neves et al., 2004; Xisto et al., 2004; Figueiredo et al., 2007).

A utilização de tratamento pré ou pós-colheita com cálcio tem sido estudada, visando a prolongar a conservação de frutas e hortaliças. No entanto, a aplicação do cálcio antes da colheita tem sido questionada, devido à baixa mobilidade do elemento no floema e sua baixa translocação a partir do local de aplicação (Chamel, 1989). Por outro lado a aplicação do cálcio em pós-colheita tem demonstrado ser mais efetiva, pois o cálcio é aplicado diretamente na superfície do fruto (Kadir, 2005).

Na aplicação pós-colheita são utilizadas técnicas de imersão dos frutos em solução de sais de cálcio ou também por infiltração a vácuo (Valero & Serrano, 2010). A aplicação de cloreto de cálcio por meio de imersões pós-colheita tem sido utilizada em vários frutos, como por exemplo em maçãs (Poovaiah, 1986; Lurie & Klein, 1992), pedúnculos de caju (Figueiredo et al., 2007), goiabas (Werner et al., 2009), morangos (Cardoso et al., 2012), cerejas doce (Wang & Long, 2015) e outros frutos.

2.4 REFERÊNCIAS

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

BERILLI, S. da S.; BERILLI, S. D. S.; OLIVEIRA, J. D.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. D.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 11-14, 2007.

BOTELHO, R. V.; SOUZA, N. L.; PERES, N. A. R. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Branca de Kumagai',tratadas com cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.063-067, 2002.

CARDOSO, L. M.; DEUS, V. A.; SILVA, E. B.; ANDRADE JUNIOR, V. C.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Qualidade pós-colheita de morangos cv.'Diamante' tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 583-588, 2012.

CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; NACHTIGALM J. C.; STRELOW, E. Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 24-26, 2000.

CHAMEL, A. R. Permeability characteristics of isolated Golden Delicious apple fruit cuticles with regard to calcium. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, p. 804-809, 1989.

CHIEN, P.; SHEU, F.; YANG, F. H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 78, n. 1, p. 225-229, 2007.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa: Centro de produções técnicas, 1998. 88 p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**: Fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. **Jabuticabeiras**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 2, p. 343-356, 2010.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, 1976.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutos e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2002. 428 p.

DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant Phenolics: extraction, analysis and their antioxidante and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, p. 7313-7352, 2010.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; DONAZZOLO, J. SASSO, S. A. Z. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia Trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.

DINIZ, S. N. C. **Vitaminas antioxidantes, carotenóides, polifenóis e envelhecimento**. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado Integrado Medicina) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

DONADIO, L. C. **Jabuticaba *(Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg*)***. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 55 p.

EINBOND, L. S.; REYNERTSON, K. A.; LUO, X.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 84, n. 1, p. 23-28, 2004.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos de tangerina 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008.

FANTE, C. A. **Caracterização, qualidade e conservação pós-colheita de maça 'Eva' (*Malus* sp.)**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FIGUEIREDO, R. W.; LAJOLO, F. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 475- 482, 2007.

FLORES-CANTILLANO, R. F; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2008. 29 p.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, London, v. 52, n. 2, p. 99-119, 2002.

GARCIA, L. G. C. **Aplicabilidade Tecnológica da Jabuticaba**. 2014. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GOMES R. P. **Fruticultura Brasileira**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 446 p.

GHASEMZADEH, A.; GHASEMZADEH, N. Flavonoids and phenolic acids: role and biochemical activity in plants and human. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, p. 6697-6703, 2011.

KADER, A. A. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 54-57, 1986.

KADIR, S. A. Fruit quality at harvest of "Jonathan" apple treated with foliarly - applied calcium chloride. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 27, n. 11, p. 1991-2006, 2005.

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

LARA, I.; GARCYA, P.; VENDRELL, M. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, p.331–339, 2004.

LEITE, G. G.; SILVA, B. N. R.; SANTOS, E. A.; ALVES, M. R. A.; RÉGIS, W. C. B. Avaliação dos efeitos do processamento sobre o potencial antioxidante de novos produtos. Iniciação Científica CESUMAR, v. 19, n. 1, p. 87-97, 2017.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e

de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion** - Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Chacão, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; ANDRADE, S. B.; AFFONSO, L. B.; ROMBALDI, C. V.; RUFATO, A. R. Qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 311-317, 2013.

LUNA, J. V. U.; RAMOS JUNIOR, D. S. Banco de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 25-28, 2005.

LUNA-GUZMAN, I.; CANTWELL, M.; BARRET, D.M. Freshcut cantaloupe: effects of CaCl2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology,** Amsterdam, v.17, p.201–213, 1999.

LURIE, S.; KLEIN, J.D. Calcium and heat treatment to improve storability of 'Anna' Apples. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.1, p. 36-39, 1992.

MACHADO, N. P.; COUTINHO, E. F.; CAETANO, E. R. Embalagens plásticas e refrigeração na conservação pós-colheita de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 166-168, 2007.

MANICA, I. In: MANICA, I. **Fruticultura tropical 6:** Goiaba. Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, p.271-321, 2000.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. de M.; FIGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de cirigueleira (*Spondias purpúrea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 11-14, 2003.

MATTOS, J. R. **Frutíferas nativas do Brasil**: jaboticabeiras. Porto Alegre: Nobel, 1983. 92 p.

MELETI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaiba: Livraria e Editora Agropecuária, 2000. 239 p.

MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20 p

MOTA, W. F. da; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 049-052, 2002.

NEVES, L. C.; BENDER, R. J.; ROMBALDI, C. V.; VIEITES, R. L. Qualidade de carambolas azedas cv. Golden Star tratadas com CaCl2 por imersão e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 32-35, 2004.

NEVES, L. C.; SILVA, V. X.; PONTIS, J. A.; FLACH, A.; ROBERTO, S. R. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh] fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 223-229, 2015.

OMS-OLIU, G.; HERTOG, M. L. A. T. M.; VAN DE POEL, B.; AMPOFO-ASIAMA, J.; GEERAERD, A. H.; NICOLAI, B. M. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 7-16, 2011.

PLAGEMANN, I.; KRINGS, I.; BERGER, R. G.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Volatile constituents of jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) fruits. **Journal of Essential Oil Research**, Wheaton, v. 24, n. 1, p. 45–51, 2012.

POMPEU, D. R.; BARATA, V. C. P.; ROGEZ, H. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 141-148, 2009.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, p. 86-89, 1986.

PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit ripening phenomenadan overview**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, p. 1-19, 2007.

REYNERTSON, K. A. **Phytochemical analysis of bioactive constituents from edible myrtaceae fruits**. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Faculdade de Biologia, Universidade de New York, New York, 2007.

REYNERTSON, K. A.; YANG, H., JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Berlin, v. 109, n. 4, p. 883–890, 2008.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007. 184 p.

RODRIGUES, L. J.; VILAS BOAS, E. V. de; PAULA, N. R. F de; ALCÂNTARA, E. M. de. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do Sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 260-265, 2009.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; FERNANDES, F. A. N.; BRITO, E. S. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. **Food Research International**, Ottawa, v. 44, n. 7, p. 2072–2075, 2011.

SÁNCHEZ, M. T.; PÉREZ-MARÍN, D.; FLORES-ROJAS, K.; GUERRERO, J. E.; GARRIDO-VARO, A. Use of near-infrared reflectance spectroscopy for shelf-life discrimination of green asparagus stored in a cool room under controlled atmosphere. **Talanta**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 530-536, 2009.

SATO, A. C. K. **Influência do tamanho de partículas no comportamento reológico da polpa de jabuticaba**. 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. (2004). Phenolic compounds in fruits and vegetables. In: SHAHIDI, F.; NACZK, M. (Org.) **Phenolics in food and nutraceutical.** Tulsa, OK, USA: CRC Press. 2004. p. 131-156.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabiroba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

SILVA, T. V. **Fisiologia do desenvolvimento dos frutos do maracujazeiro amarelo e maracujazeiro doce**. 2008. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2008.

SILVEIRA, F. T.; ORTOLANI, F. A.; MATAQUEIRO, M. F.; MORO, J. R. Caracterização citogenética em duas espécies do gênero Myrciaria. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 327-333, 2006.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; TURCO, P. H. N.; CIVIDANES, T. M. S.; FARIA, A. M. A cultura da jabuticabeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2012.

TACO – **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, N. de C. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação sensorial de suco de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg)**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. 116 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

VALERO, D., SERRANO, M. **Postharvest biology and technology for preserving fruit quality**. New York: CRS press, 2010. 288 p.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012.

VILAS BOAS, E. V. B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1999. 75 p.

VILAS-BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 2006. 68 p.

WANG, Y.; LONG, L. E. Physiological and biochemical changes relating to postharvest splitting of sweet cherries affected by calcium application in hydrocooling water. **Food Chemistry**, Barking, v. 181, p. 241-247, 2015.

WERNER, E. T.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; BONA, A. P.; CAVATI, B.; GOMES, T. D. U. H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba cortibel. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 511-518, 2009.

WILLS, S. R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest**: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. Chicago: CAB International, 1998. 167 p.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Textura de goiabas "Pedro Sato" submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRIGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidante capacity of food products. Food Chemistry, v. 114, n. 1, p. 310-316, 2009.

3 PERÍODO DE COLHEITA DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL' EM RELAÇÃO À CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DURANTE O SEU DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO

3 HARVESTING PERIOD OF JABUTICABA VARIETY 'PINGO DE MEL' IN RELATION TO THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION EVALUATED DURING THEIR PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT

Resumo - Objetivou-se com o presente trabalho caracterizar física e quimicamente os frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' ao longo do seu desenvolvimento. Os frutos foram coletados aos dez dias após a antese (DAA) e prorrogou-se até o completo amadurecimento, com intervalos de quatro dias entre as coletas. O período compreendido entre a antese e o amadurecimento foi de 34 dias. Observou-se que os valores de diâmetro transversal, longitudinal, massa, sólidos solúveis e antocianinas, aumentaram até os 30 DAA, com posterior redução até os 34 DAA, enquanto que os teores de pectina solúvel e *ratio* elevaram-se até os 34 DAA. A taxa respiratória apresentou resultado oposto com redução até os 30 DAA, os teores de firmeza e clorofila total apresentaram redução até os 34 DAA, o pH e a relação sólidos solúveis/acidez reduziram até os 18 DAA, com posterior elevação até os 34 DAA, enquanto que a acidez em ácido cítrico apresentou comportamento contrário. Para se obter frutos de melhor qualidade em relação ao grau de maturação é de grande importância considerar os teores de sólidos solúveis e antocianinas, que neste estudo se mostraram indicadores do melhor momento de se realizar a colheita, ou seja, aos trinta dias após a antese.
Palavras-chave: *Myrciaria* sp.; estádio de maturação; fisiologia.

Abstract - The objective was to physically and chemically characterize jabuticaba fruits variety 'Pingo de mel' during their development. Some fruits were harvested ten days after flowering (DAF) and harvesting was continued at four day intervals until the fruits were completely ripe (34 days). It was shown that the values for the diameter, mass, soluble solids and anthocyanins increased up to 30 DAF, whereas the soluble pectin content and ratio increased up to 34 DAF. The respiratory rate showed the opposite behavior, reducing up to 30 DAF, and the values for firmness and chlorophyll reduced up to 34 DAF. The pH and ratio reduced up to 18 DAF with a subsequent increase up to 34 DAF, whereas the acidity showed the opposite behavior. In order to obtain high quality fruits with respect to ripeness it is important to consider the soluble solids and anthocyanin contents, which the present study showed to be indicators of the best moment for harvesting, that is, 30 DAF.
Key-words: *Myrciaria* sp.; state of ripeness; fruit growth.

3.1 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies nativas de importância no Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria* sp) a qual é encontrada em extensa faixa do país, desde o Pará até o Rio Grande do Sul. Sua produção ocorre geralmente uma vez ao ano, durante um período de aproximadamente três meses. Porém, a jabuticaba é uma fruta altamente perecível e apresenta período de três dias, após a colheita, para utilização, o que dificulta sua comercialização *in natura*.

Essa deterioração é resultado do desenvolvimento de microrganismos, atividade enzimática e reações químicas que interferem na qualidade final do fruto e eleva as perdas pós-colheita (Ribeiro & Seravalli, 2007). A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade.

O ciclo vital de um fruto pode ser dividido nas fases de desenvolvimento em: pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência, abrangendo diferentes processos fisiológicos e bioquímicos, desde a formação até a morte do órgão (Chitarra & Chitarra, 2005). O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estádio de maturação adequado para a colheita comercial (Coombe, 1976; Esposti et al., 2008).

Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho caracterizar os frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ ao longo do seu desenvolvimento fisiológico por meio de análises físicas e químicas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro e outubro de 2014, na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO, localizada nas coordenadas geográficas 16°55´32,35" de latitude sul e 49°21´39,76" de longitude oeste, a 35,6 km de Goiânia-GO. A área disponibilizada para a realização do experimento continha cerca de 700 árvores, das quais foram selecionadas ao acaso setenta árvores homogêneas quanto ao porte e idade (7 anos), nas quais foram marcados galhos por ocasião da antese (abertura da flor), com fios de lã de diferentes cores. A primeira colheita dos frutos ocorreu aos dez dias após a antese, com intervalos de quatro dias entre

as coletas, até completar 34 DAA (dias após a antese), quando os frutos atingiram o amadurecimento, caracterizado pela coloração negro-violáceo da casca e pelo início da queda dos frutos, totalizando 7 pontos de coleta.

Os frutos foram coletados no período da manhã e transportados até o laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos da Escola de Agronomia Universidade Federal de Goiás, em potes de plástico de policloreto de vinila (PVC), dentro de caixas de isopor contendo gelo. Coletou-se 800 frutos para o ponto 1 (10 DAA), 400 para os pontos 2 e 3 (14 e 18 DAA) e 200 frutos para os demais pontos, divididos em quatro lotes iguais, representando as repetições. Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados quanto à presença de defeitos ou pragas e lavados em água corrente. Em seguida, os frutos foram avaliados quanto à massa, diâmetro longitudinal e transversal, cor, taxa de respiração, firmeza, pH, acidez titulável em ácido cítrico e sólidos solúveis totais. Parte dos frutos foram submetidos ao congelamento em nitrogênio liquído e armazenados a -18°C para posterior realização das análises de clorofila, antocianinas, pectina total e solúvel e amido.

3.2.1 Análises

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, da Escola de Agronomia e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia e no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

3.2.1.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal

A massa dos frutos foi avaliada, pesando-se os frutos em balança analítica (Marte AY220) e os resultados foram expressos em gramas (g). Os diâmetros longitudinal e transversal foram medidos com o auxílio de paquímetro digital (Starfer, Digital Vernier Caliper IVEO-150mm), cujo diâmetro longitudinal foi medido na horizontal e o diâmetro longitudinal foi medido na vertical, a partir de um polo a outro, utilizando a cavidade da haste como referência, e os resultados foram expressos em milímetros (mm). Tanto para

massa quanto para diâmetro, foram realizadas 60 leituras em diferentes frutos, nos diferentes dias de análises (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.2 Taxa respiratória

Para determinação da taxa de respiração, os frutos (aproximadamente 5 g) foram colocados em 6 diferentes recipientes de vidro totalizando as repetições, por aproximadamente 1h à 22 ± 2ºC. Após este período, alíquotas da atmosfera interna foram retiradas com o auxílio de analisador de gases (Illinois instruments modelo 6600 Headspace Oxygen/Carbon dioxide analyzer). Os resultados expressos em % de CO_2, foram convertidos em mL de CO_2 kg de fruto^{-1} h^{-1}, levando-se em consideração o volume do recipiente, a massa e o volume dos frutos em cada recipiente e o tempo que o recipiente permaneceu fechado. Foram realizadas 6 repetições, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.3 Coloração

A determinação da cor foi realizada por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIEL*a*b*. Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II), no qual L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* = vermelho e –a* = verde, +b* = amarelo e –b* = azul). Foram realizadas 60 leituras em diferentes frutos, nos diferentes dias de análises (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.4 Clorofila

Foi determinada em 1 g de casca fresca, triturada em 10 mL de água com auxílio de homogeneizador de tecidos. O extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com acetona. Após o período de repouso no escuro, realizou-se a filtração. A leitura da absorbância do extrato foi efetuada a 652 nm e os resultados expressos em mg.100 g^{-1} de casca fresca. Esta foi calculada utilizando-se a

equação adotada por Engel e Poggiani (1991). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.5 Antocianinas

O conteúdo total de antocianinas foi estimado, espectrofotometricamente, segundo o método de Lees e Francis (1972), com adaptações realizadas por Barcia et al. (2012). Para a extração dos compostos antociânicos, utilizou-se 1 g de amostra, no qual foram adicionados 25 mL de solução de etanol:HCL 1,5 M (85:15), incubando-se por uma 1 h a temperatura ambiente. Após esse procedimento, foi efetuado a leitura em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), no comprimento de onda de 535 nm, que representa o espectro de absorção das antocianinas presentes em frutos de jabuticaba. A quantificação de antocianinas totais baseou-se no coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídio (Equação 3.1), a qual representa a principal antocianina presente em frutos. Os resultados foram expressos em miligramas de cianidina-3-glicosídio por 100 gramas de amostra.

$$Abs = \varepsilon . C . l \qquad \text{(Equação 3.1)}$$

no qual, Abs é a absorbância lida; Ɛ é o coeficiente de absorção molar; C é a concentração $mol.L^{-1}$ e l é o caminho óptico em cm. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.6 Firmeza

A firmeza foi determinada com o auxílio de texturômetro (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra), utilizando a Prob P/2 para analisar a força de penetração, numa velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm s^{-1}, 2 mm s^{-1} e 10 mm s^{-1}, respectivamente e a uma distância de penetração de 6 mm, valores estes previamente fixados. A firmeza foi expressa em Newton (N). Foram realizadas 10 leituras em diferentes frutos, nos diferentes dias de análises (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.7 Pectinas total e solúvel

Estes compostos foram extraídos segundo técnica descrita por McCready e McComb (1952) e determinadas colorimetricamente por meio de reação com carbazol, conforme técnica modificada por Bitter e Muir (1962). As pectinas total e solúvel, foram expressas em mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de fruto. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.8 Amido

Após extração e hidrólise química, foi realizado o doseamento pelo método de Somogyi, adaptado por Nelson (1994), e os resultados expressos em mg de amido 100 g^{-1}. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.9 pH e acidez total titulável

A determinação do pH foi realizada utilizando-se potenciômetro digital (Tecnal, TEC 3P-MP). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, em seguida, realizou-se a leitura direta do pH com imersão do eletrodo no béquer, contendo a amostra macerada em solução aquosa, segundo metodologia proposta pela AOAC (2010). A acidez total titulável foi determinada pela titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01N, usando como indicador a fenolftaleína 1%, conforme a AOAC (2010). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.1.10 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado, por meio da leitura dos graus Brix da amostra à 20°C, em refratômetro digital portátil (Reichert, AR 200), de acordo

com método proposto pela AOAC (2010). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

3.2.2 Análise estatística

O experimento foi realizado utilizando um delineamento inteiramente casualizado (CRD) composto por sete estádios de maturação e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de regressão polinomial em função das datas de colheita. O software SISVAR foi utilizado para ajustar os modelos de regressão por meio de um teste F no nível de probabilidade de 5%, para medir o significado do modelo proposto.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estádio de desenvolvimento da jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ compreendeu 34 dias (Figura 3.1), desde a floração até o ponto de colheita, período representado pelo crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos. Segundo Donadio (2000), o fruto da jabuticabeira amadurece em cerca de três semanas após o florescimento. Porém, este período pode variar de acordo com a espécie, clima, solo, temperatura, entre outros fatores.

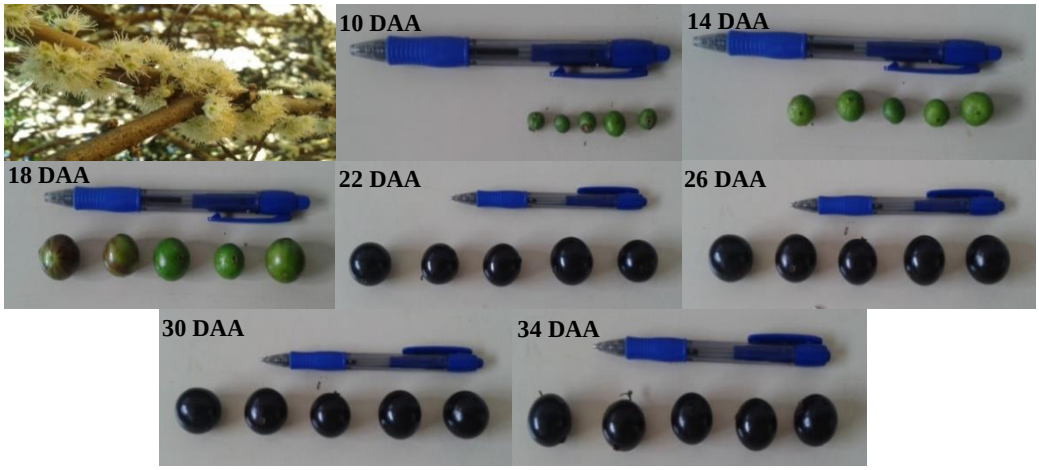


Figura 3.1. Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.

Durante os 34 dias de desenvolvimento dos frutos, observou-se variação significativa ($p \leq 0,05$) dos diâmetros longitudinal e transversal e da massa (Figuras 3.2a,

3.2b e 3.2c). Nota-se que os frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ apresentaram crescimento rápido nos primeiros estádios de desenvolvimento, até aproximadamente 18 dias após antese (DAA), seguido de crescimento lento até os 30 DAA, apresentando assim curva de crescimento do tipo sigmóidal simples. Aos 34 DAA, observou-se redução tanto do diâmetro longitudinal, do diâmetro transversal, quanto da massa. Neves et al. (2015), ao avaliarem o desenvolvimento fisiológico de camu-camu, também, observaram o mesmo comportamento, e para estes autores essa redução no diâmetro e massa dos frutos no final do desenvolvimento, deve-se à transpiração dos frutos (perda de turgor). Percebe-se, ainda, que a elevação dos diâmetros longitudinal e transversal ocorreu de forma conjunta, dando a característica arredonda do fruto (Figuras 3.2a e 3.2b).

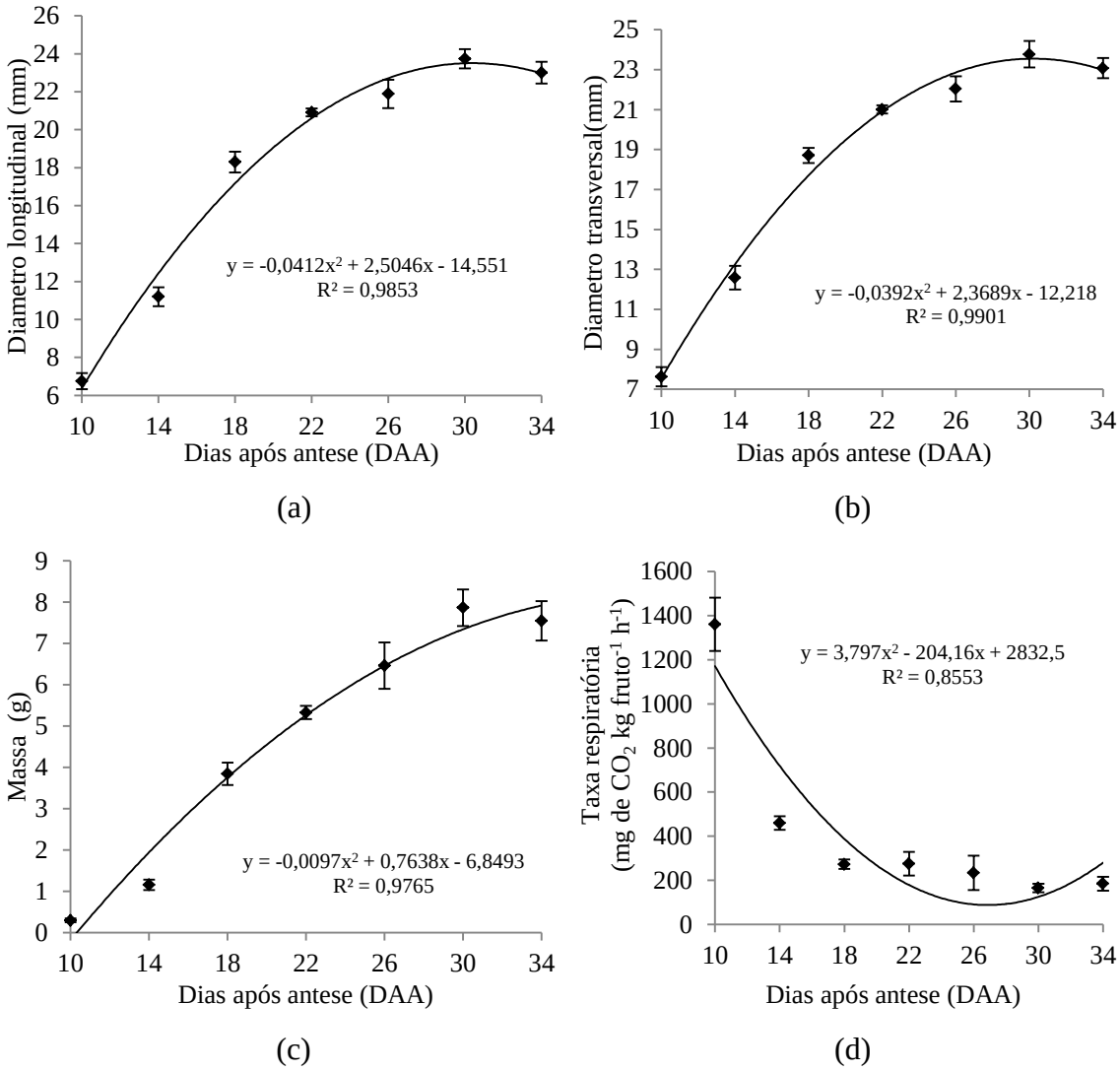


Figura 3.2. Valores médios e desvio padrão do diâmetro longitudinal (a), diâmetro transversal (b), massa (c) e taxa respiratória (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’.

O crescimento primário de frutos é devido, principalmente, a um aumento em volume de célula (Hulme, 1970), sendo que o período de crescimento é caracterizado pela máxima atividade celular, aumento do volume, pigmentação verde intenso e imaturidade fisiológica (Ryall & Lipton, 1983). Além disso, o aumento gradativo do peso, durante o desenvolvimento, ocorre devido à maior quantidade de fotoassimilados, açúcares e carboidratos acumulados (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Observou-se redução significativa ($p \leq 0,05$) na taxa respiratória da jabuticaba variedade 'Pingo de mel' ao longo do desenvolvimento dos frutos, não sendo detectado qualquer pico respiratório (Figura 3.2d), e apresentando valores iniciais e finais de 1360,29 mL de CO_2 kg de fruto^{-1} h^{-1} e 184,62 mL de CO_2 kg de fruto^{-1} h^{-1}, respectivamente. Nota-se que a maior quantidade de CO_2 foi produzida durante o primeiro período de avaliação (10 DAA). Isso ocorre por causa do alto metabolismo associado como desenvolvimento inicial do fruto (Payasi & Sanwal, 2010). Porém, observa-se redução acentuada até os 14 DAA, e que a partir dos 30 DAA houve tendência à estabilização. Isto ocorre porque quando um tecido vegetal atinge a maturidade, sua taxa respiratória permanece mais ou menos constante ou diminui vagarosamente à medida que o tecido envelhece e finalmente senesce (Taiz & Zeiger, 2006).

Observando-se a Figura 3.3a, nota-se que os teores de pectina solúvel apresentaram elevação durante o amadurecimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', sendo esta mais acentuada até os 30 DAA. Araujo et al. (2010), avaliaram o teor de pectina solúvel em casca e polpa de jabuticaba, na região de Minas Gerais, também observaram tendência de aumento no teor de pectinas solúveis, corroborando com os resultados do presente trabalho. Segundo Lima e Durigan (2002), este aumento nos teores de pectina solúvel, durante o amadurecimento de frutos, acorre em consequência das substancias pécticas serem degradadas a ácido galacturônico solúvel.

De acordo com Prassana et al. (2007), a tendência geral, durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos, é ocorrer redução no teor de pectina total, porém os frutos de jabuticaba aqui estudados, não apresentaram tal comportamento (Figura 3.3b). Em contrapartida, nota-se que a firmeza (Figura 3.3c) apresentou redução significativa ($p \leq 0,05$), durante todo o processo de desenvolvimento dos frutos, sendo que esta foi mais acentuada até os 26 DAA. Este comportamento, oposto entre a pectina solúvel e a firmeza, ocorre porque segundo Silva et al. (2009), a queda da firmeza pode ser resultante da

despolimerização péctica na parede celular, que culmina com a solubilização das pectinas durante o seu amadurecimento, pela ação de enzimas hidrolíticas.

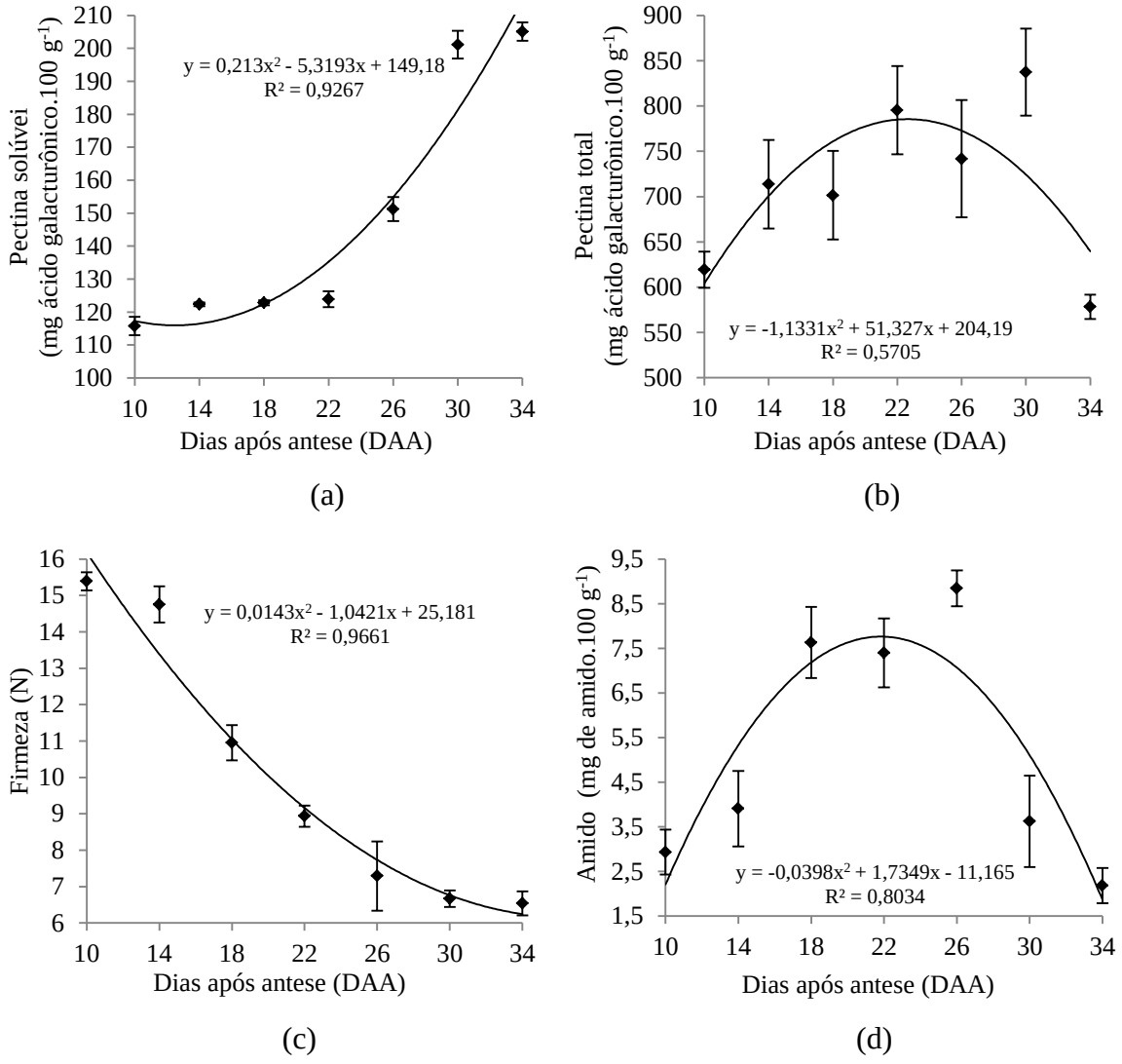


Figura 3.3. Valores médios e desvio padrão da pectina solúvel (a), pectina total (b), firmeza (c) e amido (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’.

Os teores de amido apresentaram elevação até os 26 DAA, seguida de rápida queda até os 34 DAA (Figura 3.3d). Comportamento semelhante foi observado por Wongmetha et al (2015) ao avaliar mangas cv. Jinhwang. Este comportamento é explicado por Evangelista (1999), que afirma que o amido acumula-se no fruto durante o amadurecimento e, posteriormente, é rapidamente degradado durante o amadurecimento. Ainda segundo o mesmo autor, esta diminuição é evidente no cloroplasto, onde os grânulos de amido tornam-se menores e praticamente desaparecem no fruto maduro. Esta

diminuição ocorre porque, durante o amadurecimento, o amido é catabolizado em glicose e frutose e são utilizados como substratos respiratórios ou convertidos em outros metabólitos (Paliyath & Murr, 2008).

Os valores de pH apresentaram redução até os 18 DAA, seguido de elevação até completo amadurecimento dos frutos (Figura 3.4a). Mesmo com as variações, os valores de pH da jabuticaba variedade 'Pingo de Mel' estão dentro da faixa esperada para frutas, que é de 3,0 a 4,5 (Gava et al, 2007).

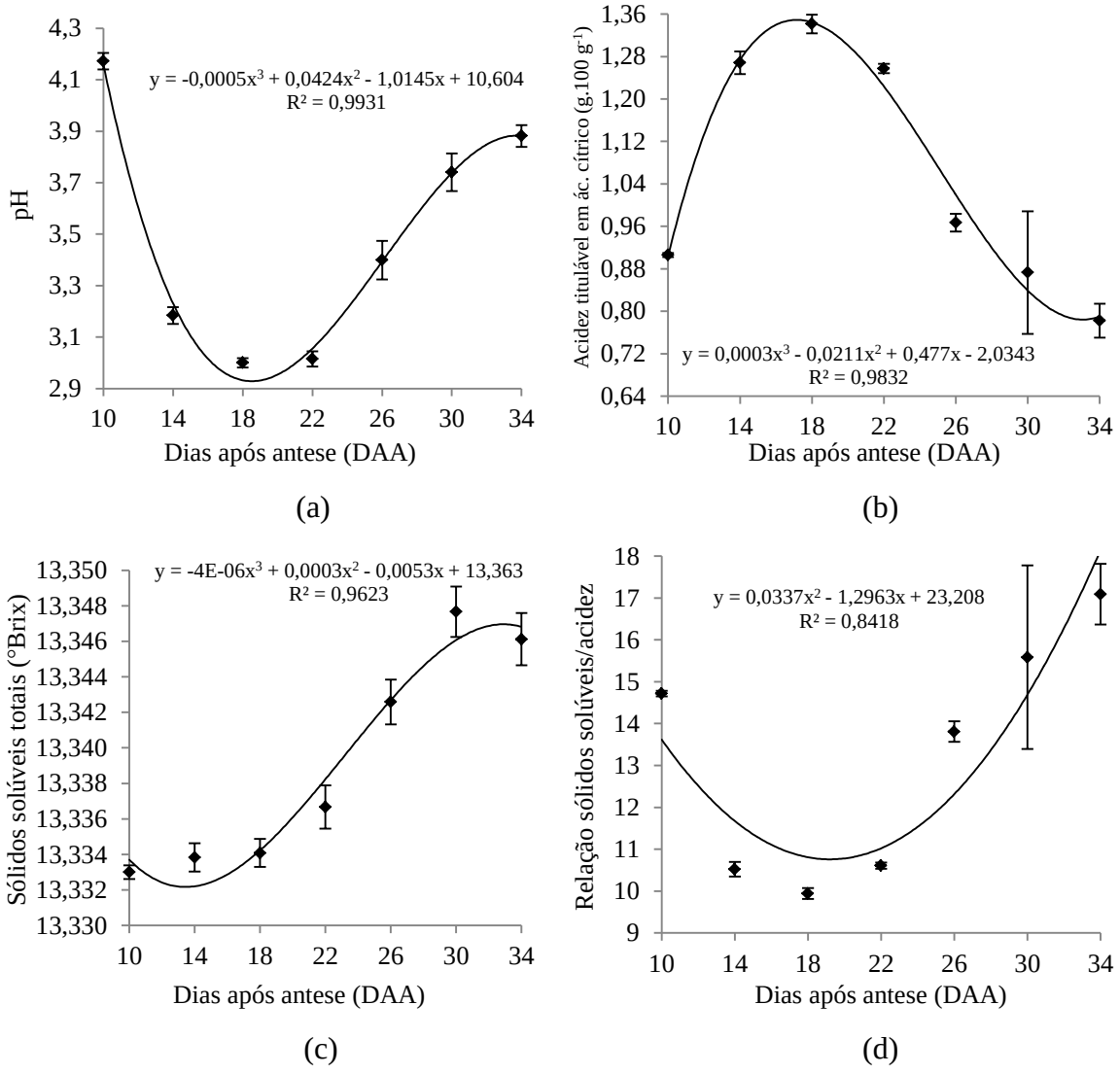


Figura 3.4. Valores médios e desvio padrão do pH (a), acidez titulável em ácido cítrico (b), sólidos solúveis totais (c) e relação sólidos solúveis acidez (d), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais, este apresentou baixa variação (de 13,333 ºBrix para 13,346 °Brix), porém significativa ($p \leq 0,05$), durante o

desenvolvimento da jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’ (Figura 3.4c). Nota-se, no entanto, que houve elevação do teor de sólidos solúveis até os 30 DAA, com posterior decréscimo até os 34 DAA. O teor de sólidos solúveis dos frutos é influenciado pelo estádio de maturação na qual o fruto é colhido. Geralmente este teor aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Chitarra & Chitarra, 1990).

A relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentou decréscimo até os 18 DAA, seguido de posterior elevação até o período final do desenvolvimento do fruto avaliado. Esta relação é um atributo qualitativo importante, pois indica as contribuições relativas dos compostos responsáveis pela doçura e acidez, e, portanto, fornece indicação do sabor do fruto (Prassana et al., 2007). Além disso, esta proporção é considerada como um marcador da fase de maturação da fruta que pode predizer a doçura do fruto (Neves et al., 2015).

A luminosidade (L*) é uma coordenada do espaço de cores CIELAB que pode variar do 0 ao 100, ou seja, do preto ao branco (Lawless & Heymann, 1999). Sendo assim, pode-se observar que, ao longo do desenvolvimento do fruto, a jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’ tornou-se mais escura (Figura 3.5a), apresentando maior tendência a 0, o que já era esperado uma vez que a jabuticaba apresenta coloração escura, quase preta.

Com relação à coloração da jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’, observou-se que as mudanças foram condizentes com os resultados obtidos nas análises de pigmentos, clorofilas e antocianinas (Figura 3.6). O parâmetro de a* (coordenada de cromaticidade), da casca da jabuticaba (Figura 3.5b), apresentaram valor inicial de -8,36 e final de 0,51, caracterizando o processo de perda da coloração verde, fato este que pode ser explicado pela degradação da clorofila, que é um processo natural do amadurecimento dos frutos, concomitantemente a análise de antocianinas, esta apresentou resultado contrario ao da clorofila, com elevação deste teor durante o amadurecimento das jabuticabas. Os valores de b* (coordenada de cromaticidade) (Figura 3.5c) variaram de 29,48 a -1,55, durante o desenvolvimento do fruto, apresentando, ao final do processo de amadurecimento, tendência à coloração azul.

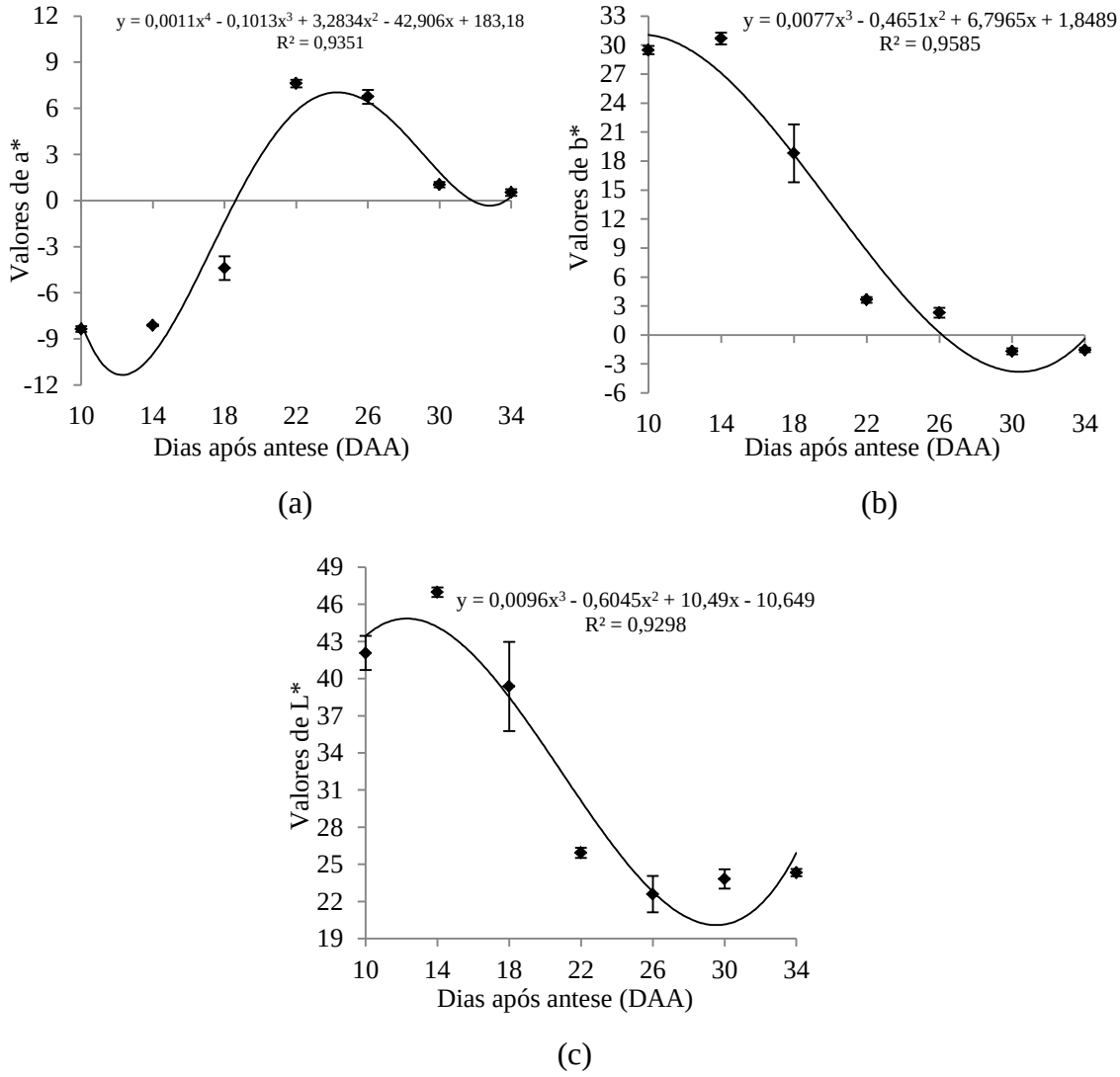
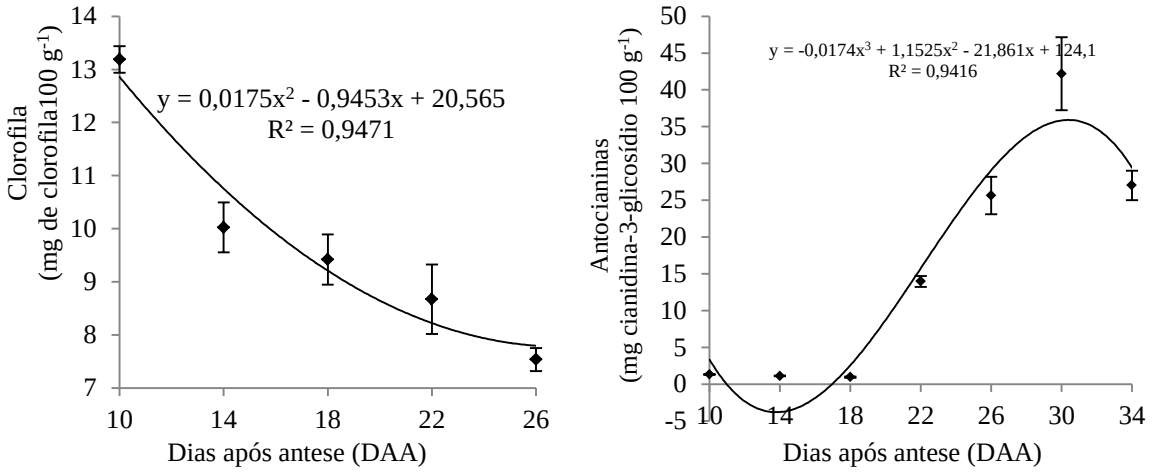


Figura 3.5. Valores médios e desvio padrão de a* (a), b* (b) e L* (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’.

Como observado nas Figuras 3.6 (a e b), com a degradação da clorofila, durante o amadurecimento, as antocianinas, previamente presentes nos tecidos, tornam-se visíveis, ou são sintetizadas ao longo do processo de maturação. Além disso, ocorre, também, a formação de pigmentos flavonóides que tem coloração variando entre o azul, o vermelho e o púrpura (Chitarra & Chitarra, 2005). A mudança na coloração é um dos critérios mais importantes, junto com a aparência, utilizada pelo consumidor para julgar o grau de maturidade e a qualidade dos frutos, pois o impacto visual, causado pela cor, é um dos fatores que mais influenciam na preferência do consumidor (Oliveira et al., 2003).



(a) (b)

Figura 3.6. Valores médios e desvio padrão de clorofila (a) e antocianinas (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.

3.4 CONCLUSÃO

Considerando os fatores estudados durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de Mel', pode-se afirmar que o melhor ponto de colheita é aos 30 dias após a antese.

3.5 REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18ª ed. AOAC: Gaithersburg. 2010.

ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; LIMA, H. C.; CHITARRA, A. B. Physical and chemical changes of the fruit of jabuticabeira (*Myrciaria jabuticaba* Berg cv. Sabara) during development. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.2, p.109-116, 2010.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIAZI, R. Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium cumini*). **The Natural Products Journal**, United Arab Emirates, v.2, n.2, p.129-138. 2012.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, Orlando, v.4, n.4, p.330-334, 1962.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. 2ª ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino. 1990. 320 p.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.27, p.507-528, 1976.

DONADIO, L. C. **Jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg)**. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 55p.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R. Crescimento de frutos da tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulate* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.657-661, 2008.

EVANGELISTA, R. M. **Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 1999. 129f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos**: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel. 2007. 512p.

GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1983.

HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press. 1970. 620p.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**: principles and practices. Maryland: Springer Science & Business Media, 2010. 587p.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, Alexandria, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F. Reguladores vegetais na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.370-375, 2002.

McCREADY, P. M.; McCCMB, E. A. Extration and determination of total pectin material in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

NELSON, N. A. 1944. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Cincinnati, v.153, n.2, p.375-380, 1944.

NEVES, L. C.; SILVA, V. X.; CHAGAS, E. A.; LIMA, C. G. B.; ROBERTO, S. R. Determining the harvest time of camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh] using measured pre-harvest atributes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.186, p.15-23, 2015.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Caracterização tecnológica de jabuticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.397-400, 2003.

PALIYATH, G.; MURR, D. P. Biochemistry of Fruits. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruits, vegetables and flowers**. Iowa: Wiley-Blackwell, 2008. pp. 19-50.

PAYASI, A.; SANWAL, G. G. Ripening of climacteric fruits and their control. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v.34, n.4, p.679–710, 2010.

PIMENTEL, R. M. A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M.; RESENDE, J. C. F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.407-412, 2010.

PRASSANA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit ripening phenomena — an overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.47, n.1, p.1-19, 2007.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007. 184 p.

RYALL, A. L.; LIPTON, W. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. 2ª ed. Westport: AVI Puublishing. 1983. 609p.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Physical, chemical and physiological characterization of gabiroba fruit (*Campomanesia pubescens*) during its development. **Food Science and Technology**, Campinas, v.29, n.4, p.803-809, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 722p.

WONGMETHA, O.; KE, L. S.; LIANG, Y. S. The changes in physical, bio-chemical, physiological characteristics and enzyme activities of mango cv. Jinhwang during fruit growth and development. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, Wageningen, v.72, p.7-12, 2015.

4 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL' DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO

4 BIOACTIVE COMPOUNDS AND *IN VITRO* ANTIOXIDANT ACTIVITY OF JABUTICABA VARIETY 'PINGO DE MEL' DURING ITS PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT

Resumo - Foram avaliados os compostos bioativos e a atividade antioxidante *in vitro* de frutos jabuticaba variedade 'Pingo de mel' durante seu desenvolvimento fisiológico. Os frutos foram colhidos dez dias após a antese até a maturidade em intervalos de quatro dias entre as coletas. O período entre antese e maturidade foi de 34 dias. Níveis elevados de compostos fenólicos, taninos hidrolisados e atividade antioxidante foram observados aos 10 dias após a antese, enquanto o conteúdo de vitamina C foi maior ao longo do processo de amadurecimento. No final do desenvolvimento (34 dias após a antese), os frutos apresentaram níveis mais elevados de vitamina C e níveis baixos de taninos hidrolisados. Sabe-se que quanto menor for o teor de taninos hidrolisados, melhor são as características sensoriais da fruta, e considerando os benefícios da vitamina C, é necessário colher os frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' aos 34 dias após a antese para melhor utilização destes compostos.
Palavras-chave: *Myrciaria* sp .; vitamina C; Taninos hidrolisados.

Abstract - It was evaluated the bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of jabuticaba fruits variety 'Pingo de mel' during its physiological development. The fruits were harvested ten days after anthesis until maturity at intervals of four days between collections. The period between anthesis and maturity was 34 days. Higher levels of phenolic compounds, hydrolysed tannins, and antioxidant activity were observed at 10 days after anthesis, while vitamin C contents were higher throughout the ripening process. At the end of development (34 days), the fruits have higher levels of vitamin C in low tannin levels hydrolysates. It is known that the lower the hydrolysed tannin compounds, the better the sensory characteristics of the fruit, and considering the benefits of vitamin C, it is necessary to harvest the jabuticaba fruits variety. 'Pingo de mel' at 34 days after anthesis for better use of these compounds.
Keywords: *Myrciaria* sp.; vitamin C; hydrolysed tannins.

4.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é o setor que mais cresce no contexto da agricultura brasileira e, dentre as espécies nativas de importância no Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria* sp), a qual possui porte relativamente alto, com oito metros de altura, em média, tronco liso amarelo-avermelhado, com as flores emergindo diretamente em pequenos nódulos sobre o tronco ou sobre ramos não muito finos (Casagrande Junior et al., 2000). Os frutos apresentam-se sob a forma de baga globosa, pele lisa, com até 3 cm de diâmetro, verde brilhante ao violeta escuro, dependendo da fase de maturação, polpa esbranquiçada, mucilaginosa, saborosa, comumente com única semente, mas podendo apresentar até quatro (Donadio, 2000; Lima et al., 2008). O sabor doce e subácido do fruto são devidos, provavelmente, à presença de açúcares, ácidos orgânicos e terpenos (Plagenan et al., 2012).

A jabuticaba é um fruto tropical, de grande valor nutricional, possuindo alto teor de carboidratos, fibras, vitaminas, flavonoides e sais minerais (Ascheri et al., 2006). Vários estudos já demonstraram que este fruto, também, apresenta atividade antioxidante, conteúdos significativos de antocianinas (Einbond et al., 2004; Reynertson et al., 2008) e alto teor de compostos fenólicos (Ascheri et al., 2006; Teixeira, 2011).

Apesar de seu grande potencial, não existem estudos sobre o desenvolvimento fisiológico da jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg). A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto, a partir do florescimento, auxilia no estabelecimento de índices de maturidade. O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente, quanto ao estádio de maturação adequado para a colheita comercial (Coombe, 1976; Esposti et al., 2008) e que aproveite melhor os seus compostos bioativos.

Diante do exposto, objetivou-se caracterizar os frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, ao longo de seu desenvolvimento, por meio da avaliação de seus compostos bioativos e da atividade antioxidante *in vitro*, para que estes sejam mais bem aproveitados, visando os benefícios que proporcionam à saúde.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro e outubro de 2014, na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO,

localizada nas coordenadas geográficas 16°55´32,35" de latitude sul e 49°21´39,76" de longitude oeste, a 35,6 km de Goiânia-GO. A área disponibilizada para a realização do experimento continha cerca de 700 árvores, das quais foram selecionadas ao acaso setenta árvores homogêneas quanto ao porte e idade (7 anos), nas quais foram marcados galhos por ocasião da antese (abertura da flor), com fios de lã de diferentes cores. A primeira colheita dos frutos ocorreu aos dez dias após a antese, com intervalos de quatro dias entre as coletas, até completar 34 DAA (dias após a antese), quando os frutos atingiram o amadurecimento, caracterizado pela coloração negro-violáceo da casca e pelo início da queda dos frutos, totalizando 7 pontos de coleta.

Os frutos foram coletados no período da manhã e transportados até o laboratório em potes de plástico de policloreto de vinila (PVC), dentro de caixas de isopor contendo gelo. Coletou-se 800 frutos para o ponto 1 (10 DAA), 400 para os pontos 2 e 3 (14 e 18 DAA) e 200 frutos para os demais pontos, divididos em quatro lotes iguais, representando as repetições. Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados quanto à presença de defeitos ou pragas e lavados em água corrente. Nos dias de colheita os frutos foram submetidos à obtenção de extratos para análise de compostos fenólicos, atividade antioxidante *in vitro*, taninos hidrolisados e vitamina C. Em seguida, os extratos foram congelados a -18 ° C até o momento da análise.

4.2.1 Análises

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, da Escola de Agronomia e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia.

4.2.1.1 Obtenção dos extratos para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante *in vitro*

Os extratos foram preparados homogeneizando-se amostra (polpa e casca de jabuticaba) com solução extratora éter etílico, na razão de 1:20 (m/v), sob agitação e ao abrigo da luz, durante uma hora. Posteriormente, os extratos foram filtrados em papel filtro Whatman nº 1, com volumes finais ajustados para que fosse mantido o volume inicial.

Deixou-se o resíduo secando no papel filtro por 2 horas a 35°C para que fosse evaporado qualquer resíduo de éter etílico. Em seguida, o resíduo foi pesado e transferido para um béquer e, então, adicionou-se álcool etílico na proporção 1:20 e repetiu-se todo o processo (agitação+filtração). Após a filtração, o resíduo foi mantido na papel filtro por 30 minutos a 50°C para que fosse evaporado todo o resíduo do solvente. E, por fim, elaborou-se o extrato aquoso, utilizando o resíduo dos extratos anteriores e adicionando-se água na proporção 1:20, o qual foi mantido sob agitação e ao abrigo da luz, durante uma hora. Os extratos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar e armazenados em freezer à -18 ºC até a realização das análises dos compostos bioativos.

4.2.1.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos foram determinados por espectrofotometria (Biospectro SP-220) à 750 nm pelo uso do reagente de Folin-Ciocalteau (Waterhouse, 2002). Foram determinados os compostos fenólicos nos extratos etéreo, etanólico e aquoso e a quantificação foi baseada no estabelecimento da curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de amostra. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.1.3 Atividade antioxidante in vitro

4.2.1.3.1 FRAP

A atividade antioxidante, pelo método de redução do ferro (FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power), foi realizada segundo Pulido et al. (2000) e modificações propostas por Rufino et al. (2006). Leituras do produto colorido (complexo tripyridyltriazine ferroso) foram, então, conferidas à 595 nm, em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), nos diferentes extratos (etéreo, etanólico e aquoso). Os resultados foram expressos em µmol de $Fe_2SO_4.g^{-1}$ de massa fresca. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.1.3.2 DPPH

A atividade antioxidante pelo método do DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), foi determinado segundo Brand-William et al. (1995), com modificações segundo Borguini e Torres (2009). O grau de descoloração do radical DPPH, a 517 nm pela ação dos antioxidantes, foi medido espectrofotometricamente nos extratos etéreo, etanólico e aquoso, com concentração de 0,2 mg . mL^{-1} e os resultados expressos em % de descoloração. As leituras das absorbâncias das amostras a 517 nm, em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), foram realizadas após 20 minutos de reação. Os cálculos foram efetuados com o auxílio da Equação 4.1:

$$\% \text{ de descoloração do DPPH} = \left[-1\left(\frac{\text{Abs da amostra - Abs do branco}}{\text{Abs do controle}}\right)\right] * 100 \qquad \text{Equação 4.1}$$

na qual, Abs amostra é a absorbância do amostra; Abs branco é a absorbância do branco; e Abs controle é a absorbância do controle (750 µL de metanol + 1,5 mL de DPPH). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.1.3.3 $ABTS^{\cdot+}$

Para o ensaio da capacidade de redução do radical $ABTS^{\cdot+}$, o procedimento seguiu o método de Rufino et al. (2007). A absorbância foi medida em espectrofotômetro (BiospectroSP-220) à 734 nm, no tempo de 6 minutos após a adição da amostra. Os resultados foram expressos em µmol de Trolox.g^{-1} de massa fresca. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.1.4 Taninos hidrolisados

O conteúdo de taninos hidrolisados foi estimado, espectrofotometricamente, pelo método de Brune et al. (1991), com adaptações realizadas por Barcia et al. (2012). Para a extração dos taninos, utilizou-se 1 g de amostra, no qual foram adicionados 50 mL

de metanol, agitando-se por 10 min, seguido de repouso por 1 h. Após filtração, foram retirados 2 mL do extrato e adicionado 8 mL da solução FAS (89%: uréia:acetato 1:1; 10%: goma arábica 1% em água deionizada; e 1%: sulfato férrico de amônio 5% em ácido clorídrico 1 M). Após 15 min de reação, foi efetuada a leitura em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), no comprimento de onda 680 nm (azul), usando metanol para zerar o equipamento (branco). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico equivalente por 100 gramas de amostra. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.1.5 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker e Henning (1967). A vitamina C foi extraída com ácido oxálico sob agitação e, após filtração, foi dosada no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina e usando-se o ácido ascórbico como padrão. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada ponto analisado (10, 14, 18, 22, 26, 30 e 34 DAA).

4.2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado utilizando um delineamento inteiramente casualizado (CRD) composto por sete estádios de maturação e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de regressão polinomial em função das datas de colheita. O software SISVAR foi utilizado para ajustar os modelos de regressão por meio de um teste F no nível de probabilidade de 5%, para medir o significado do modelo proposto.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estádio de desenvolvimento da jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ compreendeu 34 dias (Figura 4.1), desde a floração até o ponto de colheita, período representado pelo crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos.

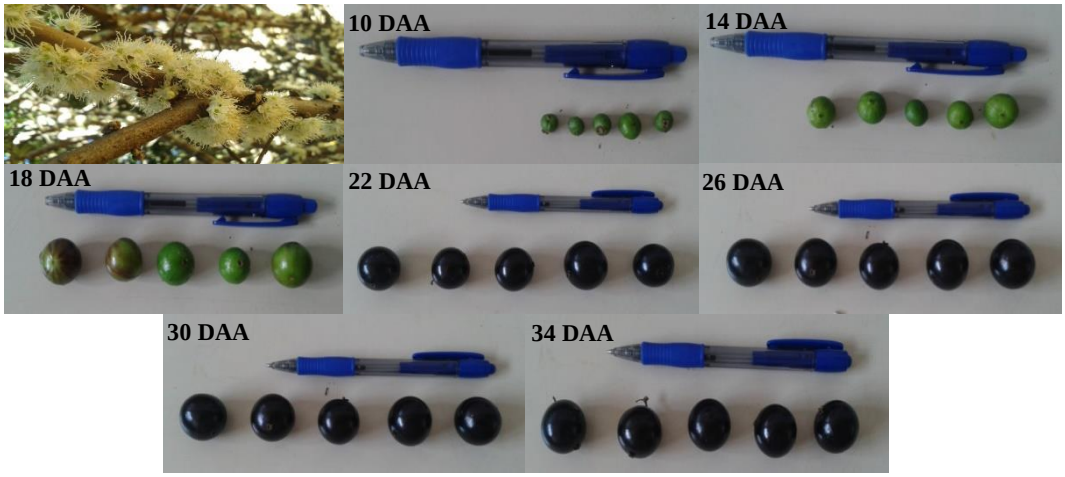
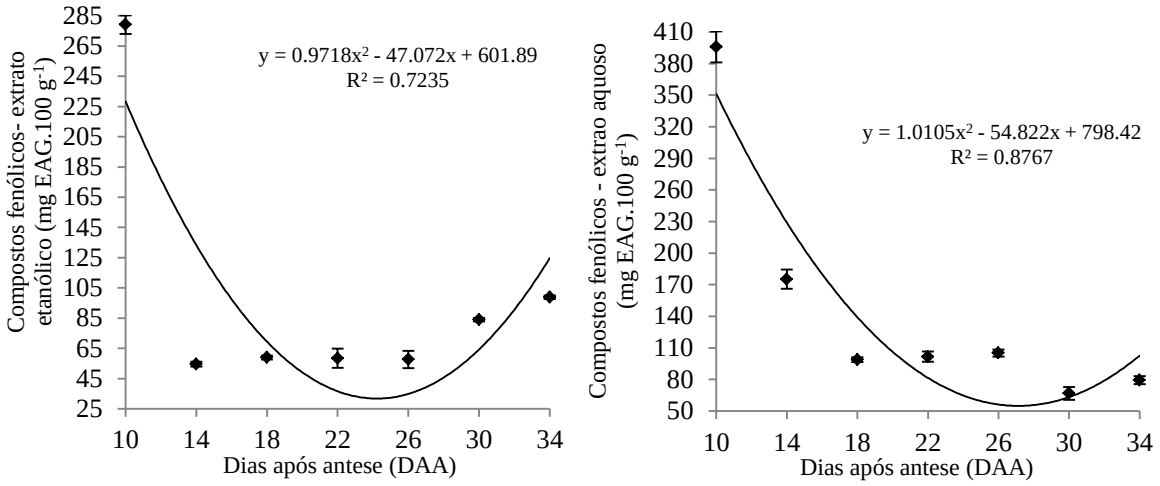


Figura 4.1. Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO. DAA = Dias após antese.

Os compostos bioativos, analisados nos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' ao longo do seu desenvolvimento, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) durante os 34 dias avaliados. O processo de extração, utilizando solventes com diferentes polaridades, possibilitou a extração de compostos fenólicos, somente nos extratos etanólico e aquoso (Figura 4.2), sendo que o extrato etéreo não apresentou leitura (dados não mostrados). A concentração de compostos fenólicos do extrato etanólico dos frutos de jabuticaba apresentou redução entre a primeira colheita e os 14 DAA, com redução de 279,15 mg de EAG.100 g^{-1} para 54,60 mg de EAG.100 g^{-1}. Porém, dos 14 DAA até o completo amadurecimento dos frutos, a concentração de compostos fenólicos nos frutos apresentou elevação e aos 34 DAA os frutos de jabuticaba apresentaram 98,87 mg de EAG.100 g^{-1}.

Quando analisado o teor de compostos fenólicos no extrato aquoso, observou-se que este apresentou valores inicias (395,88 mg de EAG.100 g^{-1}) superiores ao do extrato etanólico. Nota-se, também, que neste extrato o comportamento dos compostos fenólicos foi contraditório ao do extrato etanólico, apresentando redução durante o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, obtendo valor final de 79,35 mg de EAG.100 g^{-1} de amostra.



(a) (b)

Figura 4.2. Valores médios e desvio padrão dos teores de compostos fenólicos no extrato etanólico (a) e aquoso (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’.

Estas diferenças entre os diferentes solventes é explicada por Pellegrini et al. (2007) e Melo et al. (2008), que afirmam que a solubilidade, em determinado solvente, é característica peculiar do fitoquímico, o que justifica a inexistência de um procedimento universal de extração em função da diversidade estrutural e sensibilidade dos compostos fenólicos às condições de extração.

Chitarra e Chitarra (2005) explicam que em frutos jovens, existe maior concentração de fenólicos presentes nos tecidos, devido a estes compostos simples apresentarem funções importantes nos vegetais, agindo como mecanismo de defesa e reduzindo durante o desenvolvimento, justificando assim o maior teor de compostos fenólicos aos 10 DAA. Taiz e Zeiger (2004), ainda ressaltam que pode haver acréscimo no teor de compostos fenólicos durante o desenvolvimento dos frutos, e que muitas vezes este comportamento pode ser relacionado a estresses bióticos e abióticos que induzem o metabolismo secundário do fruto.

A atividade antioxidante *in vitro* nos diferentes extratos e métodos analisados (Figuras 4.3, 4.4 e 4.5) apresentou a mesma tendência que os compostos fenólicos, ou seja, os maiores valores ocorreram aos 10 DAA. Esse fato ocorreu porque o efeito protetor dos antioxidantes, de origem vegetal, relaciona-se, especialmente, com a presença de compostos fenólicos.

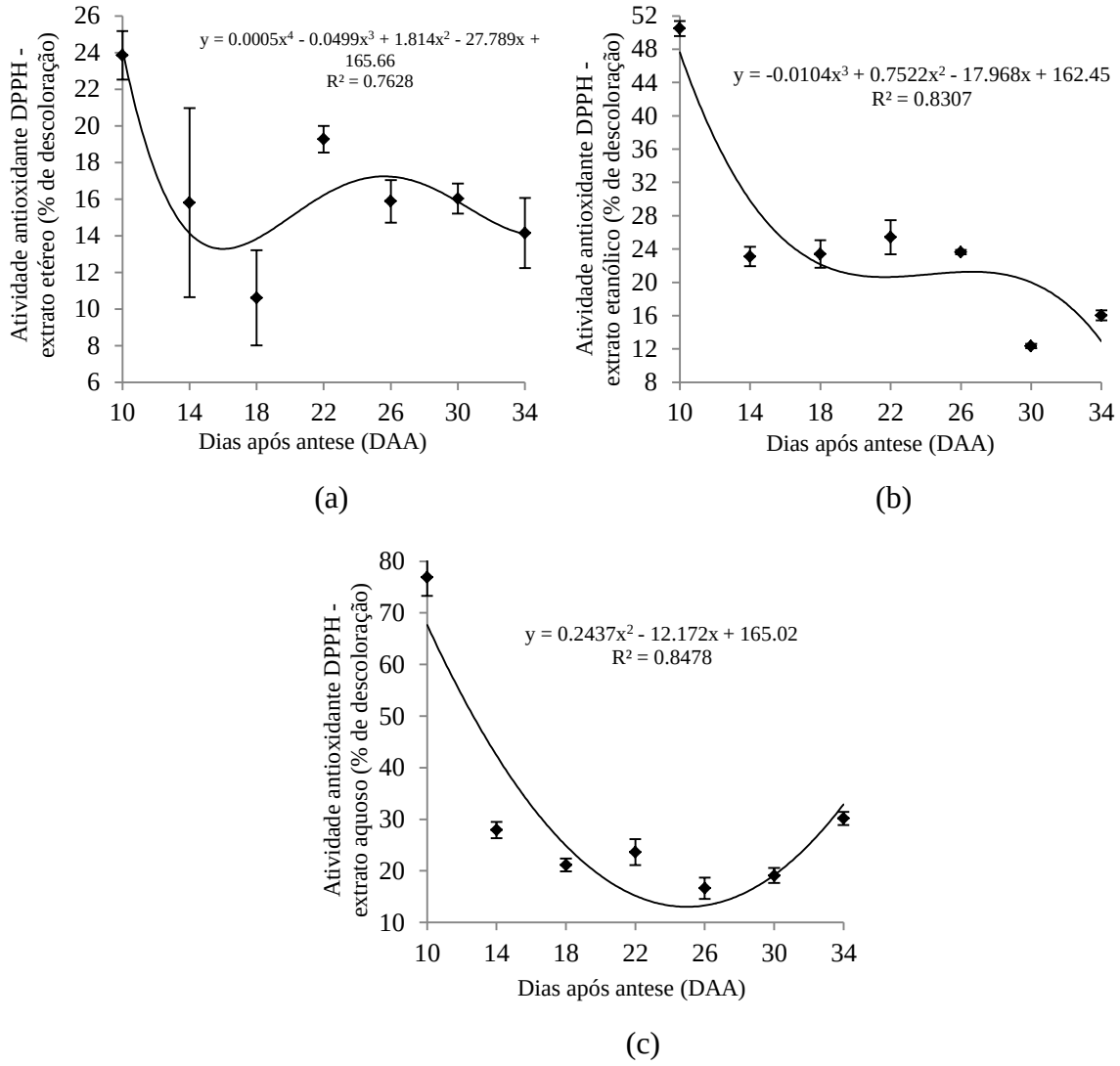


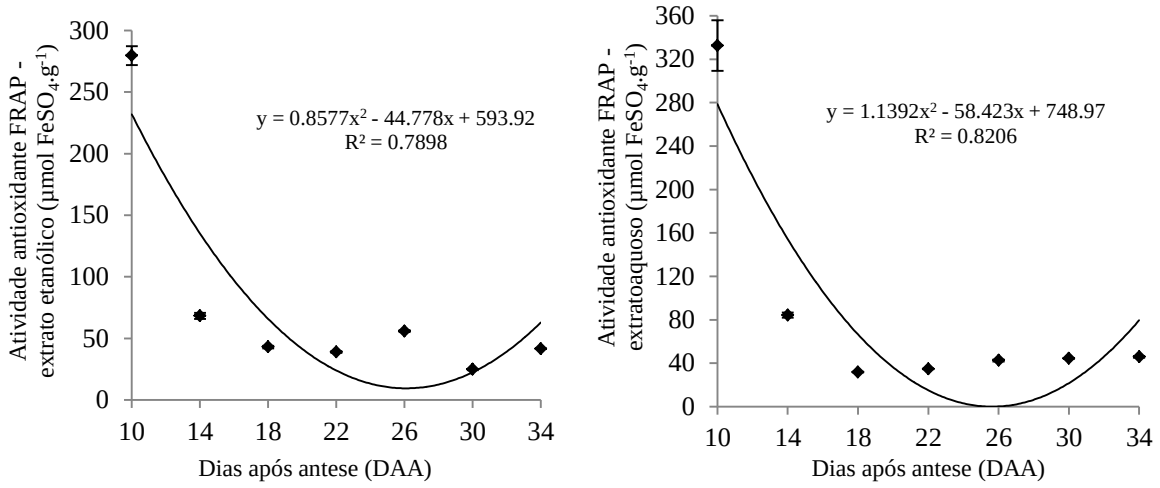
Figura 4.3. Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método de descoloração do DPPH no extrato etéreo (a) etanólico (b) e aquoso (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.

Analisando a atividade antioxidante pelo método do DPPH (Figura 4.3), observou-se que no extrato etéreo ocorreu redução da atividade antioxidante até os 18 DAA, com elevação aos 22 DAA, seguida de uma posterior redução até o completo amadurecimento dos frutos, apresentando 14,14% de descoloração do DPPH; enquanto que no extrato etanólico notou-se queda aos 14 DAA, seguida de tendência a estabilidade até os 26 DAA, com redução aos 30 DAA e leve aumento aos 34 DAA com 16,03% de descoloração do DPPH.

O extrato aquoso se destacou dos demais, pois apresentou maior extração, tanto no período inicial de desenvolvimento do fruto, quanto no final do amadurecimento, com

praticamente o dobro da porcentagem de descoloração (30,17% de descoloração) do extrato etéreo e etanólico. Zoizo et al. (2014) e Wang et al. (2016) ao utilizarem o método do DPPH, também, observaram maior atividade antioxidante em *Ziziphus jujuba*, nos períodos inicias de maturação do fruto.

Assim como observado na análise de compostos fenólicos, não foi possível quantificar a atividade antioxidante pelo método FRAP no extrato etéreo (dado não mostrado), enquanto que os extratos etanólico e aquoso apresentaram comportamento semelhante (Figura 4.4), com pico aos 10 DAA, redução aos 14 DAA, seguida de uma tendência a estabilidade até o completo amadurecimento do fruto, com teores finais de 41,46 µmol de $Fe_2SO_4.g^{-1}$ e 45,84 µmol de $Fe_2SO_4.g^{-1}$, nos extratos etanólico e aquoso, respectivamente. Rufino et al. (2010) analisaram a atividade antioxidante por FRAP de frutos maduros de açaí no extrato aquoso e obteve resultados inferiores (32,1 µmol de $Fe_2SO_4.g^{-1}$), quando comparado ao da jabuticaba estudada neste trabalho.



(a) (b)

Figura 4.4. Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método de FRAP no extrato etanólico (a) e aquoso (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.

Ao avaliar a atividade antioxidante pelo método $ABTS^{\cdot+}$, pode-se observar que dentre os três extratos analisados, o extrato etéreo foi o que apresentou menor atividade antioxidante, enquanto que os extratos etanólico e aquoso apresentaram resultados próximos (Figura 4.5). O extrato etéreo apresentou redução da atividade antioxidante durante todo o período de desenvolvimento da jabuticaba, apresentando valores iniciais e finais de 14,91 µmol de trolox.g^{-1} e 3,83 µmol de trolox.g^{-1}, respectivamente. O extrato

etanólico apresentou redução até os 22 DAA, com posteriores elevações e reduções até o completo amadurecimento, enquanto que o extrato aquoso apresentou redução aos 14 DAA, com tendência a estabilidade até os 26 DAA, seguida de queda aos 30 DAA, com novo pico aos 34 DAA.

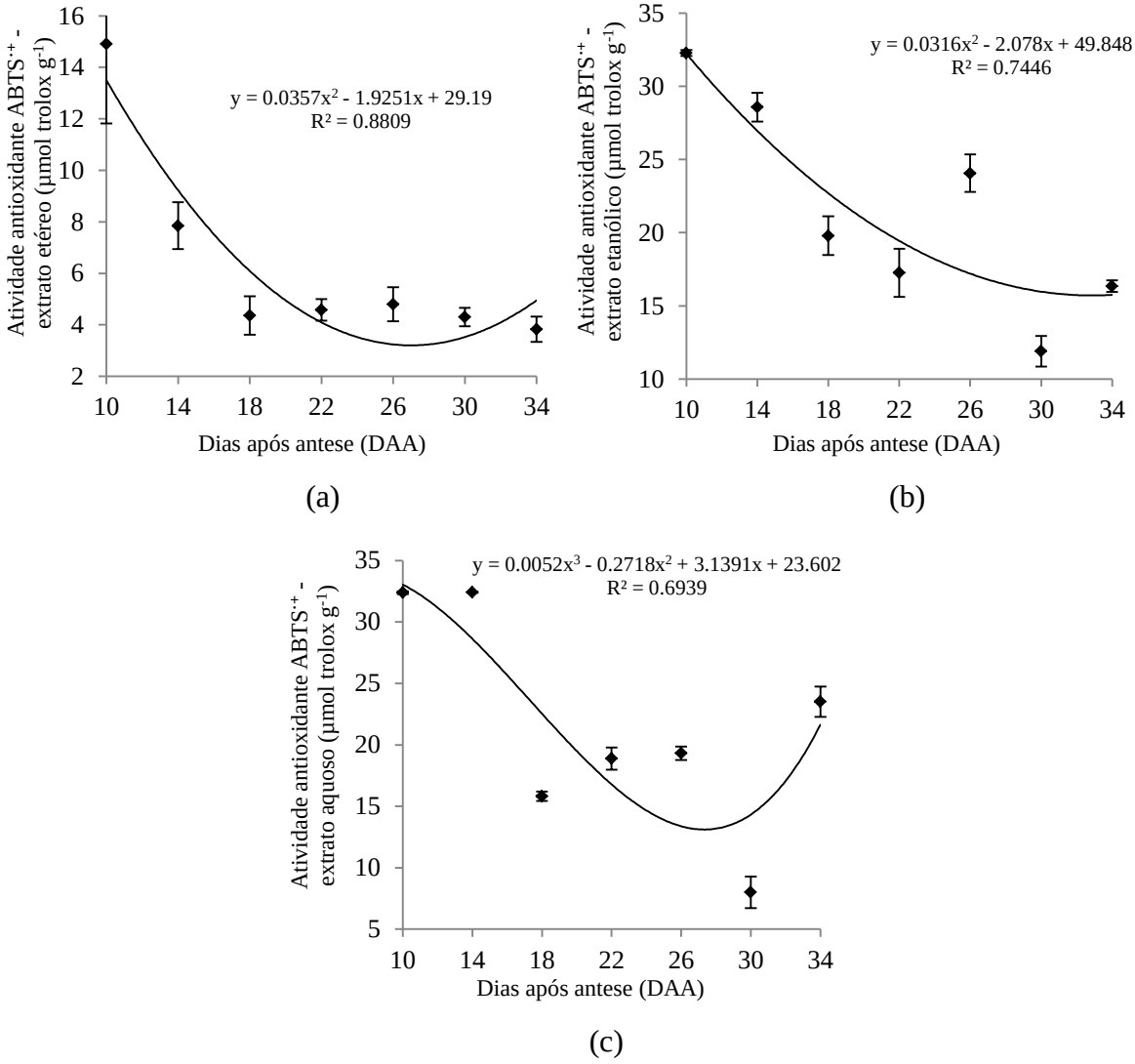
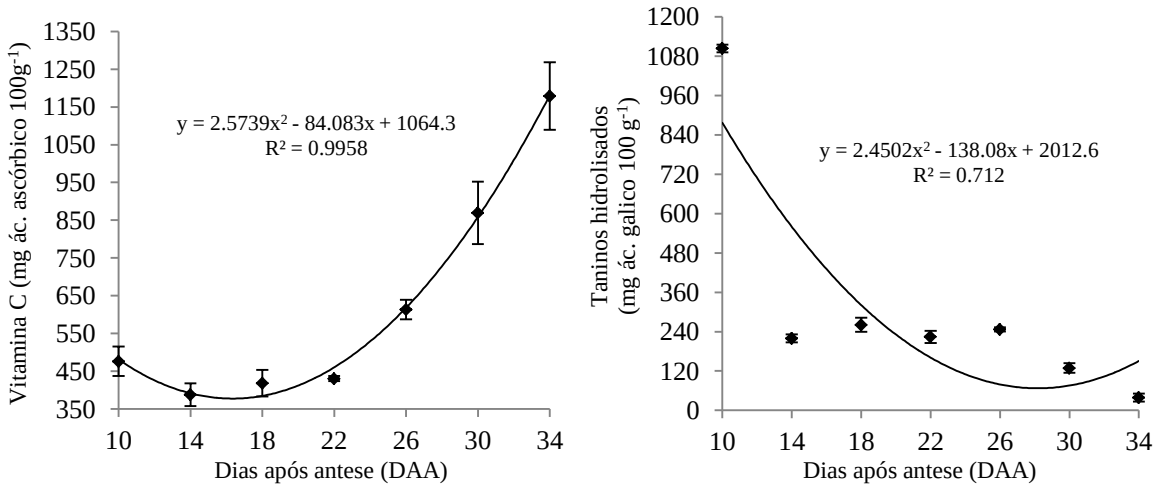


Figura 4.5. Valores médios e desvio padrão dos teores de atividade antioxidante *in vitro*, pelo método $ABTS^{\cdot+}$no extrato etéreo (a) etanólico (b) e aquoso (c), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel'.

Compostos do metabolismo secundário são os responsáveis pela atividade antioxidante dos frutos, e essas variações, apresentadas durante o desenvolvimento fisiológico, muitas vezes, está relacionada à fisiologia normal da maturação (Taiz & Zeiger, 2006) ou, ainda, como resposta a fatores como estresses ambientais, os quais envolvem temperatura, transpiração, oxigênio e patógenos (Roussos et al., 2007).

Além disso, a diferença quanto aos diferentes extratos, pode ser explicada por estudos que mostram divergências entre resultados quanto à etapa de extração com diferentes solventes. Estas diferenças mostram que, para a extração seletiva de antioxidantes naturais, é importante e necessário um estudo sobre o solvente mais apropriado. Os diversos solventes certificam a máxima solubilização dos antioxidantes presentes na amostra. A utilização de três solventes de diferentes polaridades, éter etílico (2,9), etanol (5,2) e água destilada (9) possibilitam a solubilização de compostos mais polares (extrato aquoso), de polaridade intermediária (extrato etanólico) e apolares (extrato etéreo) (Borguini & Torres, 2009).

Quanto aos teores de vitamina C (Figura 4.6 a), observou-se que estes apresentaram leve redução até os 14 DAA, seguido de elevação até o completo amadurecimento dos frutos. A variação durante todo o desenvolvimento fisiológico foi de 476,21 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1} de amostra aos 10 DAA para 1178,91 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1}de amostra aos 34 DAA. Os dados indicam que a síntese do ácido ascórbico foi maior durante o período em que os frutos começaram a amadurecer, assim como ocorreu com os frutos de camu-camu estudados por Neves et al. (2015). A degradação de polissacarídeos da parede celular, possivelmente, resulta em um aumento da galactose que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico (Wheeler et al., 1998; Smirnoff et al., 2001).



(a) (b)

Figura 4.6. Valores médios e desvio padrão dos teores de vitamina C (a) e taninos hidrolisados (b), durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’.

Rufino et al. (2010) ao avaliar o teor de vitamina C em jabuticabas maduras encontrou valores bastante inferiores (2,38 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1}) ao do presente trabalho. Esta variação entre o mesmo fruto ocorre porque o teor de ácido ascórbico, além de influenciado pela espécie, também sofre variações conforme o genótipo, o estádio de maturação e a relação com as condições edafo-climáticas, uma vez que tem várias funções no metabolismo e na resposta das plantas ao estresse abiótico (Ishikawa et al., 2006).

Quando comparado o teor de vitamina C da jabuticaba madura (1178,91 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1}) com os teores encontrados por Assis et al. (2001) e Rufino et al. (2010) em acerola madura, que foram de 957 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1} e 1357 mg de ácido ascórbico.100 g^{-1}, respectivamente, pode-se afirmar que a jabuticaba é fonte desta vitamina, uma vez que apresentou teores próximos aos da acerola, a qual é reconhecida como fruto fonte de vitamina C.

Os teores de taninos hidrolisados (Figura 4.6) apresentaram valores de 1103,76 mg de ácido gálico.100 g^{-1} aos 10 DAA e de 247,22 mg de ácido gálico 100g^{-1} ao final do amadurecimento. Nota-se que houve queda acentuada dos teores de taninos hidrolisados dos 10 DAA aos 14 DAA, seguida de tendência à estabilidade, isto ocorre porque é no período inicial de desenvolvimento dos frutos que há maior concentração de adstringência. Awad (1993) afirma que os taninos solúveis (hidrolisáveis) são os que conferem adstringência nos frutos, e que o desaparecimento natural ou mesmo artificial da adstringência deve-se à condensação dos taninos presentes nos frutos, tornando-os insolúveis (condensados) e, portanto, incapazes de formarem complexos.

4.4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o fruto de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ apresenta maior atividade antioxidante e maior teor de compostos fenólicos, quando o fruto ainda está verde (10 DAA) e improprio para o consumo e industrialização. Sabendo-se que quanto menor a quantidade de taninos hidrolisados um fruto tiver, melhor será sua qualidade sensorial, e que a vitamina C proporciona diversos benefícios à saúdes, além de também apresentar atividade antioxidante é necessário realizar a colheita dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ aos 34 dias após antese, para melhor aproveitamento destes compostos.

4.5 REFERÊNCIAS

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIAZI, R. Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (Syzygium cumini). **The Natural Products Journal**, Washington, v. 2, n. 2, p. 129-138, 2012.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. F. S. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. **Food Reviews International**, Madison, v. 25, n. 4. p. 313-325, 2009.

BRAND-WILLIAMS; CUVELIER, M. E.; BERSER, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRUNE, M.; HALLBERG, L.; SKANBERG, A. Determination of Iron-binding Phenolic groups in Foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 1, p. 128-131, 1991.

CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; NACHTIGALM J. C.; STRELOW, E. Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 24-26, 2000.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**: Fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, 1976.

DONADIO, L. C. **Jabuticaba *(Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg*)***. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 55 p.

EINBOND, L. S.; REYNERTSON, K. A.; LUO, X.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 84, n. 1, p. 23-28, 2004.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos de tangerina 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008.

ISHIKAWA, T.; DOWDLE, J.; SMIRNOFF, N. Progress in manipulating ascorbic acid biosynthesis and accumulation in plants. **Physiologia Plantarum**, Lund v. 126, n. 3, p. 343-355, 2006.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion** - Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Chacão, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

NEVES, L. C.; SILVA, V. X.; CHAGAS, E. A.; LIMA, C. G. B.; ROBERTO, S. R. Determining the harvest time of camu-camu [Myrciaria dubia (H.B.K.)McVaugh] using measured pre-harvest atributes. Scientia Horticulturae, v. 186, p. 15-23, 2015.

PELLEGRINI, N.;COLOMBI, B.; SALVATORE, S.; BRENNA, O. V.; GALAVERNA, G.; BIANCHI, M.; BENNETT, R. N.; BRIGHENTI, F. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 87, n. 1, p. 103-111, 2007.

PLAGEMANN, I.; KRINGS, I.; BERGER, R. G.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Volatile constituents of jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) fruits. **Journal of Essential Oil Research**, Wheaton, v. 24, n. 1, p. 45–51, 2012.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.

REYNERTSON, K. A.; YANG, H., JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 109, n. 4, p. 883–890, 2008.

ROUSSOS, P. A.; MATSOUKIS, A.; PONTIKIS, C. A.; CHRONOPOULOU-SERELI, A. Relations of environmental factors with the phenol content and oxidative enzyme activities of olive explants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 113, n. 1, p. 100-102, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre $ABTS^{\cdot+}$. **Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico**, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico**, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, Barking, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F. A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, n. 1, p. 437-467, 2001.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas:** métodos comprovados, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 722p.

TEIXEIRA, N. de C. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação sensorial de suco de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg)**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

WANG, B.; HUANG, Q.; VENKITASAMY, C.; CHAI, H.; GAO, H.; CHENG, N.; CAO, W.; LV, X.; PAN, Z. Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) during three edible maturity stages. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 66, p. 56-62, 2016.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2002. cap. 11, p. 111-118.

WHEELER, G. L.; JONES, M. A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, New York, v. 393, n. 6683, p. 365-369, 1998.

ZOIZO, S.; SERVENT, A.; CAZAL, G.; MBÉGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; RAVION, S., PALLET, D.; ABEL, H. Changes in antioxidant activity during the ripening of jujube (*Ziziphus mauritiana* Lamk). **Food Chemistry**, Barking, v. 150, p. 448-456, 2014.

5 COMPOSIÇÃO PROXIMAL, PERFIL DE MINERAIS E AÇÚCARES PREDOMINANTES POR CROMATOGRAFIA IÓNICA AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO DE JABUTICABA VARIEDADE 'PINGO DE MEL'

5 PROXIMATE COMPOSITION, MINERALS PROFILE, AND PREDOMINANT SUGARS BY ION CHROMATOGRAPH ALONG THE PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT OF JABUTICABA VARIETY 'PINGO DE MEL'

Resumo - O objetivo deste estudo foi caracterizar os frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' por meio de sua composição proximal, perfil de minerais e açúcares predominantes durante o desenvolvimento fisiológico do fruto. Os frutos foram colhidos dez dias após a antese (DAA) até a maturidade, em intervalos de quatro dias entre coletas. O período entre antese e maturidade foi de 34 dias. Observou-se aumento na umidade, proteína e lipídios até 18 DAA, com redução subsequente até a maturação, enquanto que observou-se comportamento oposto para os níveis de cinzas e carboidratos. Em geral, os minerais diminuíram ao longo do desenvolvimento do fruto. Em relação ao perfil de carboidratos, a frutose apresentou maior concentração, seguida de glicose e sacarose, respectivamente, com aumento durante a maturação de todos os açúcares. Considerando que o sabor doce da fruta é um fator importante tanto para o consumo *in natura* como para o processamento, pode-se afirmar que a data de colheita ideal para frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' de 34 DAA.
Palavras-chave**:** *Myrciaria* sp, glicose, frutose, antese.

Abstract - The objective of this study was to characterize jabuticaba fruits variety 'Pingo de mel' for their proximate composition, minerals profile, and predominant sugars during fruit physiological development. The fruits were harvested ten days after anthesis (DAA) until maturity, at intervals of four days between collections. The period between anthesis and maturity was 34 days. It was observed an increase in moisture, protein, and lipids up to 18 DAA, with subsequent reduction until ripening, while an opposite behavior was observed for ash and carbohydrates levels. In general, minerals decreased throughout the fruit development. Regarding the carbohydrates profile, fructose showed the highest concentration, followed by glucose and sucrose, respectively, with an increase during ripening for all sugars. Whereas the sweet taste of fruit is a major factor for both consumption in natura and processing, it can be stated that the optimum harvest date for jabuticaba variety 'Pingo de mel' fruits is at 34 DAA.

Keywords: *Myrciaria* sp, glucose, fructose, anthesis.

5.1 INTRODUÇÃO

As frutas são um dos mercados agrícolas de mais rápido crescimento na agricultura brasileira, e a árvore jabuticaba (*Myrciaria* sp) se destaca entre as espécies nativas. Os frutos são apresentados na forma de baga globular, pele lisa, com até 3 cm de diâmetro, verde claro a violeta escuro, dependendo da fase de amadurecimento, polpa esbranquiçada, mucilaginosa, amargo doce, mas pode ser até quatro (Donadio, 2000; Lima, et al., 2008). O sabor e acidez doces da fruta jaboticaba é devido a açúcares, ácidos orgânicos e terpenos em sua composição (Plagenan et al., 2012). Entre as variedades existentes destaca-se a variedade Pingo de Mel, amplamente cultivada na região de Goiás, com produção de frutos uma vez por ano, durante três meses. No entanto, é uma fruta muito perecível, com prazo de validade de até três dias após a colheita, o que dificulta sua comercialização na natureza.

A jabuticaba é um fruto tropical, de elevado valor nutricional, possuindo alto teor de carboidratos e sais minerais (Ascheri et al., 2006). No entanto, a literatura ainda é escassa de informações sobre o comportamento destes nos diferentes estádios de maturação. A avaliação do padrão de desenvolvimento de um fruto a partir do florescimento auxilia no estabelecimento de índices de maturidade. O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estádio de maturação adequado para a colheita comercial (Coombe, 1976; Esposti et al., 2008).

O estudo da composição proximal dos alimentos é importante pois exprime de forma básica o valor nutritivo ou valor calórico, bem como a proporção de componentes em que aparecem, em 100 g de produto considerado (porção comestível do alimento), os grupos homogêneos de substâncias do alimento. Sendo assim a composição proximal de um alimento é conhecida por meio de análises químicas de determinação de umidade ou voláteis a 105°C; cinzas ou resíduo mineral fixo; lipídeos (extrato etéreo); proteínas (N x fator de correção); fibra; glicídeos ou nifext, quando determinado por diferença (Moreto, et al., 2002).

Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho caracterizar os frutos de jabuticaba ao longo de seu desenvolvimento fisiológico por meio da avaliação de sua composição proximal, perfil de minerais e perfil de açúcares.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro e outubro de 2014, na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO, localizada nas coordenadas geográficas 16°55´32,35" de latitude sul e 49°21´39,76" de longitude oeste, a 35,6 km de Goiânia-GO. A área disponibilizada para a realização do experimento continha cerca de 700 árvores, das quais foram selecionadas ao acaso setenta árvores homogêneas quanto ao porte e idade (7 anos), nas quais foram marcados galhos por ocasião da antese (abertura da flor), com fios de lã de diferentes cores. A primeira colheita dos frutos ocorreu aos dez dias após a antese, com intervalos de quatro dias entre as coletas, até completar 34 DAA (dias após a antese), quando os frutos atingiram o amadurecimento, caracterizado pela coloração negro-violáceo da casca e pelo início da queda dos frutos, totalizando 7 pontos de coleta.

Os frutos foram coletados no período da manhã e transportados até o laboratório em potes de plástico de policloreto de vinila (PVC), dentro de caixas de isopor contendo gelo. Coletou-se 800 frutos para o ponto 1 (10 DAA), 400 para os pontos 2 e 3 (14 e 18 DAA) e 200 frutos para os demais pontos, divididos em quatro lotes iguais, representando as repetições. Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados quanto à presença de defeitos ou pragas e lavados em água corrente. Todas as análises foram realizadas em três repetições.

5.2.1 Análises

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, da Escola de Agronomia e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia e no Laboratório Hugot de Tecnologia em Sucroderivados, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo em Piracicaba.

5.2.1.1 Composição proximal

A composição proximal foi determinada, por meio das análises de umidade, conforme técnica descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2010); nitrogênio total, segundo o método de micro-Kjeldahl (AOAC, 2010); lipídeos totais, por meio do método de Bligh-Dyer (1959) e resíduo mineral fixo (AOAC, 2010). O teor de carboidratos foi calculado pelo método da diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. O valor energético foi estimado pelos coeficientes de ATWATER (carboidratos = 4,0 kcal g^{-1}; lipídeos = 9,0 kcal g^{-1}; proteínas = 4,0 kcal g^{-1}) (Merril & Watt, 1973). A composição proximal foi realizada com intervalos de 8 dias.

5.2.1.2 Minerais

A análise de minerais foi realizada por meio da matéria seca. Inicialmente foi realizada uma digestão nitroperclórica a quente com 0,5 g de amostra, e ao final da digestão, o volume do extrato foi completado para 15 g, com água destilada. Este processo foi realizado para que ocorresse a retirada dos minerais dos compostos orgânicos da amostra ou aqueles que estivessem adsorvidos a eles. As determinações de fósforo, cálcio, magnésio, potássio, ferro, manganês, zinco e cobre foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando um aparelho modelo, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura de gases para cada elemento. Os resultados foram expressos em mg 100 g^{-1} de matéria fresca.

5.2.1.3 Perfil de açúcares

As concentrações de sacarose, glicose e frutose foram determinadas por meio da metodologia descrita por *IC Application Note* (2015). Para tal, foi utilizado cromatógrafo de íons 930 Compact IC Flex (Metrohm, Herisseau, Suiça) com uma coluna acoplada Metrosep Carb 1 (150/4,0) e a fase móvel foi hidróxido de sódio (100 $mmol.L^{-1}$). As amostras foram diluídas utilizando água ultrapura e filtradas utilizando filtro com diâmetro de poro 0,45 μm. As condições de corrida foram, volume de injeção de 0,25 μL, fluxo de 1,0 $mL.min^{-1}$, temperatura do forno de 35°C e tempo de corrida de 9 minutos. Os

resultados foram comparados com uma curva de calibração previamente montada com soluções-padrões entre as concentrações 1 e 1000 $mg.L^{-1}$ (glicose e frutose) e 1 e 100 $mg.L^{-1}$ (sacarose).

5.2.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado utilizando um delineamento inteiramente casualizado (CRD) composto por sete estádios de maturação e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram submetidas a análise de regressão polinomial em função das datas de colheita. O software SISVAR foi utilizado para ajustar os modelos de regressão por meio de um teste F no nível de probabilidade de 5%, para medir o significado do modelo proposto.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estádio de desenvolvimento da jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ compreendeu 34 dias (Figura 5.1), desde a floração até o ponto de colheita, período representado pelo crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos. Segundo Donadio (2000), o fruto da jabuticabeira amadurece em cerca de três semanas após o florescimento. Porém este período pode variar de acordo com a espécie, clima, solo, temperatura, entre outros fatores.

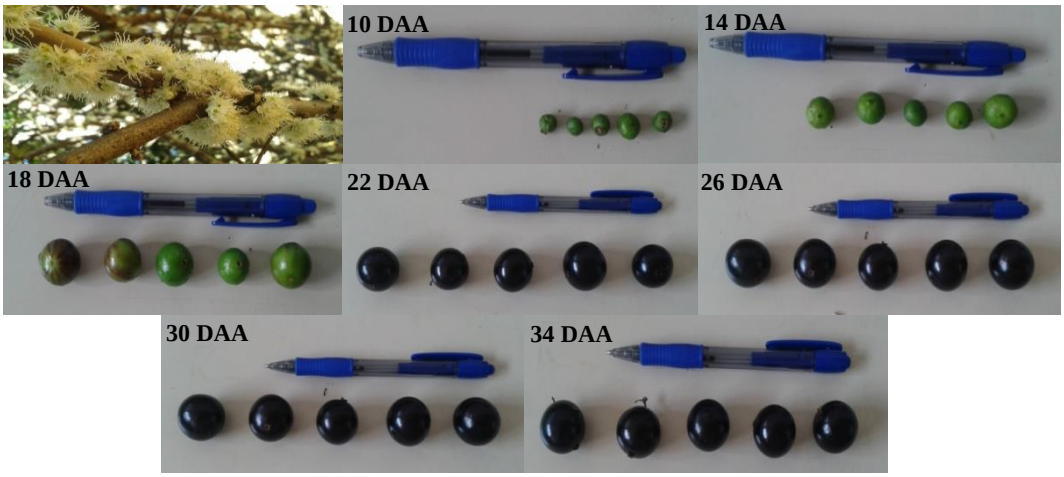


Figura 5.1. Aparência visual das flores abertas e dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ em vários estágios de desenvolvimento, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO. DAA = Dias após antese.

Durante os 34 dias de desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ observou-se variação significativa ($p < 0,05$) na composição proximal (Figuras 5.2 e 5.3). O teor de umidade inicial (10 DAA) dos frutos de jabuticaba foi de 74,50 g 100 g^{-1}, o qual apresentou elevação até os 18 DAA, com posterior queda até os 34 DAA, período no qual apresentou teor de umidade de 80,87 g 100 g^{-1}. Esta elevação dos teores de umidade nos períodos iniciais do desenvolvimento do fruto acontece porque, durante o crescimento, após a divisão celular, ocorre uma expansão da parede celular, permitindo o aumento do volume da célula e acréscimo do fluxo de água proveniente da planta em direção ao vacúolo. Como consequência, há o acúmulo de água nas células com o desenvolvimento da polpa (Awad, 1993). Já a posterior queda de umidade dos frutos de jabuticaba pode ser justificada pela transpiração destes, que resulta na perda de turgor dos frutos.

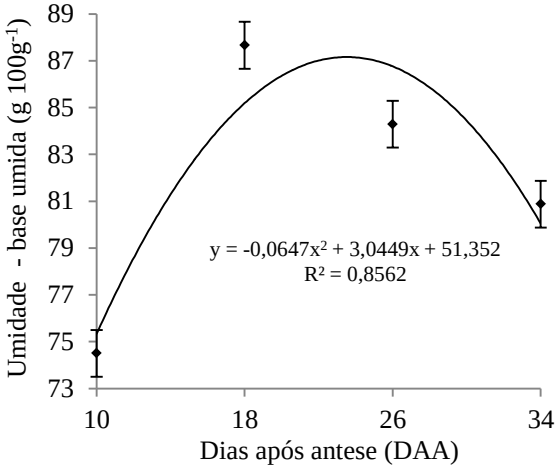


Figura 5.2. Valores médios e desvio padrão do teor de umidade em base úmida durante o desenvolvimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.

O resíduo mineral fixo, também chamado de cinzas apresentou variações ao longo de todo o período de crescimento e amadurecimento do fruto. Até os 18 DAA apresentou certa estabilidade, seguida de queda até os 26 DAA, com posterior elevação até os 34 DAA. Os minerais são essenciais ao metabolismo normal dos frutos. Seus teores são dependentes de vários fatores, entre eles, fertilidade do solo, fatores climáticos e, sobretudo, a capacidade da planta em absorver esses elementos do solo (Chitarra & Chitarra, 1990). Desta forma a variação apresentada nos frutos de jabuticaba pode estar

relacionada com as variações climáticas e disponibilidade de minerais no solo durante o ciclo vital do fruto.

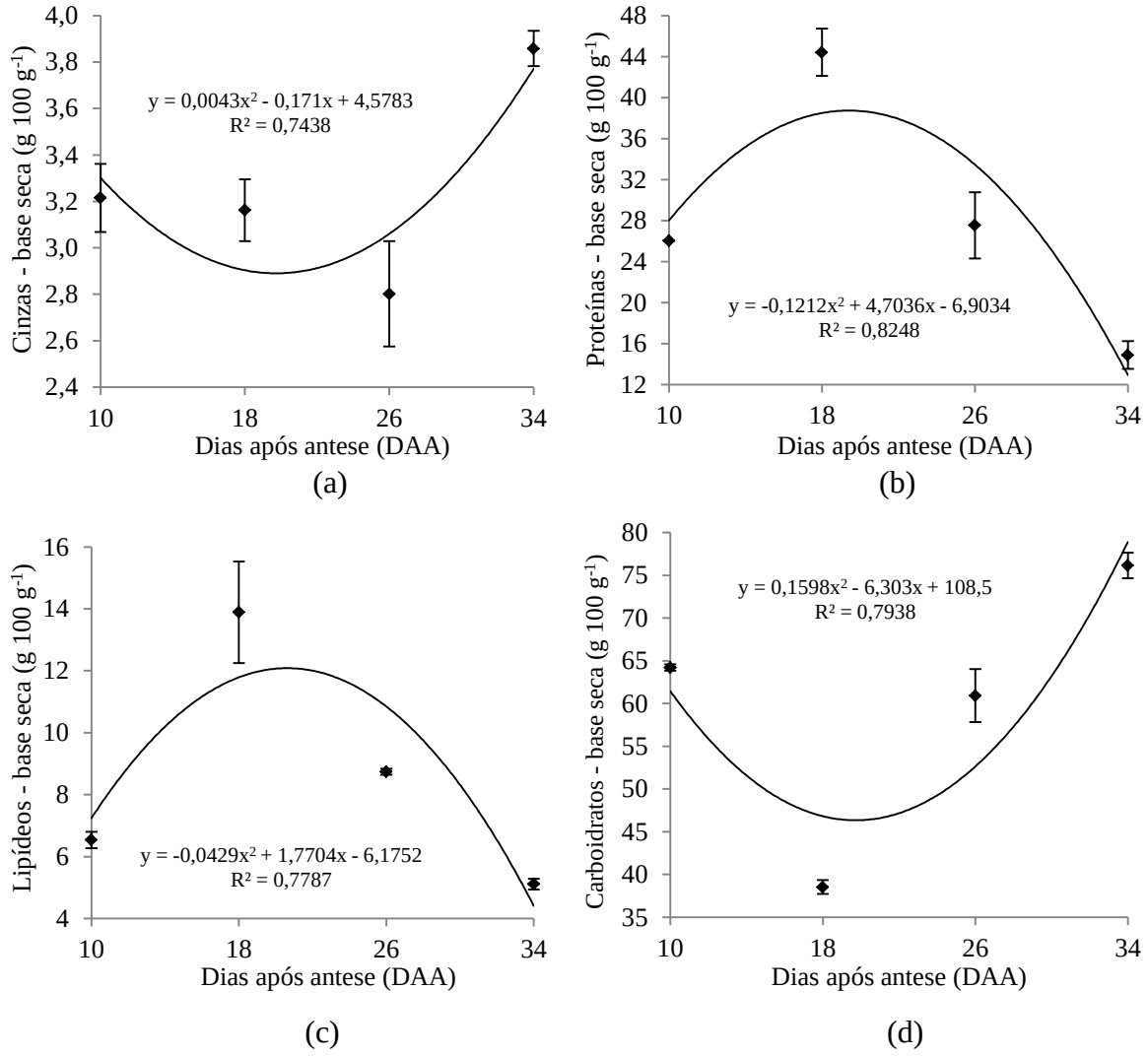
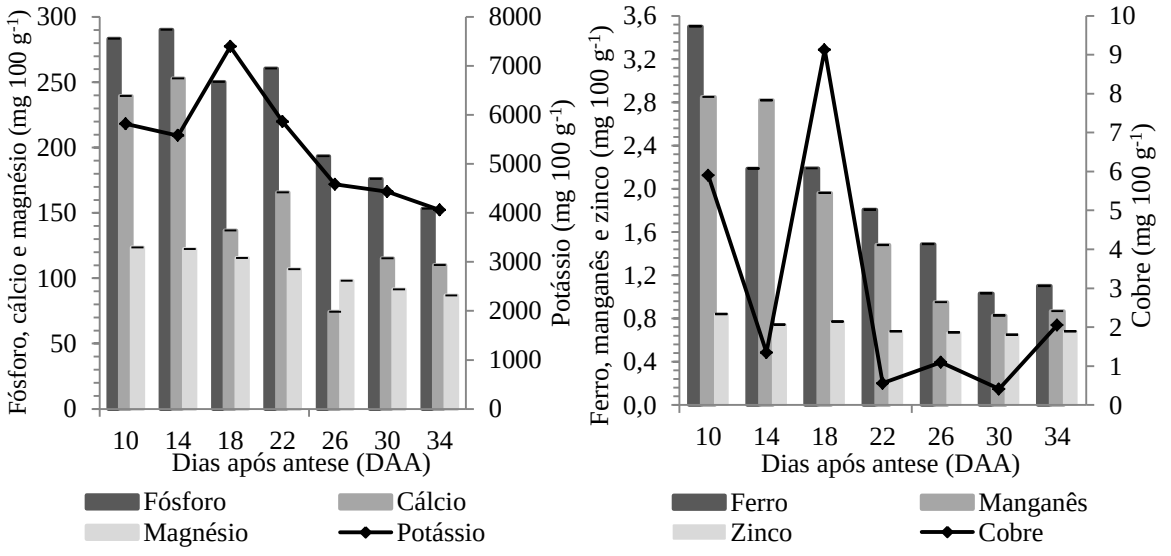


Figura 5.3. Valores médios e desvio padrão dos teores de cinzas (a), lipídeos (b), proteínas (c) e carboidratos (d) em base seca, durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.

O teor de proteínas apresentou elevação até os 18 DAA com posterior redução até os 34 DAA (Figura 5.3b), corroborando com os resultados obtidos por Tlili et al. (2014), que ao analisarem frutos de *Rhus tripartitum* cultivados em dois locais diferentes, e em três estádios de maturação, observaram elevação com posterior redução. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a síntese de ácidos nucleicos e proteínas são mais pronunciadas nas primeiras etapas da maturação, justificando assim o comportamento

deste macronutriente na jabuticaba. Já a redução observada nos períodos finais pode ser justificada pela sua utilização nos processos metabólicos, como a atividade enzimática (Silva, 2009).

Observou-se que o teor de lipídeos ou extrato etéreo, apresentou comportamento semelhante às proteínas. Silva et al. (2007) avaliaram o mamão papaya em diferentes estádio de maturação e também observaram redução do teor de lipídeos na polpa e na semente. Essa redução lipídica pode ser justificada pela ação de lipoxigenases, que contribuem para a redução de componentes lipídicos, uma vez que a ação destas enzimas já são bem relatadas durante as fases de amadurecimento e senescência dos frutos (Hildebrand, 1989, Palyath & Droillard, 1992; Ferrie et al., 1994). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, desta forma pode-se notar comportamento oposto aos resultados de proteínas e lipídeos, com redução até dos 18 DAA, seguido de elevação até o completo amadurecimento.



(a) (b)

Figura 5.4. Valores médios e desvio padrão dos teores de macro (a) e microminerias (b), durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.

Pode-se observar que de forma geral os teores de macro e microminerais decresceram durante todo o crescimento e amadurecimento dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, com exceção dos teores de potássio e cobre que apresentaram um pico aos 18 DAA (Figura 5.4). De acordo com Galho et al. (2007) esta redução durante

a maturação do fruto ocorre devido à diluição destes constituintes minerais durante o desenvolvimento.

Dentre os macrominerais analisados o potássio se destacou apresentando valores superiores a todos os outros minerais durante todo o ciclo vital, o que pode ser explicado por Vieira et al. (2010), que relatam que o potássio, juntamente com sacarose, é o principal componente osmótico da seiva do floema. Além disso, o potássio é um importante regulador da atividade neuromuscular, como, por exemplo, a fadiga, fraqueza e cãibras, e promoção do crescimento celular (Marques et al., 2010). A segunda maior concentração de macromineral presente na jabuticaba foi creditada ao fósforo, seguido do cálcio e do magnésio. Resultados inferiores destes macrominerais foram encontrados em frutos de araçá analisados por Galho et al. (2007). Lima et al. (2011) analisaram a composição mineral da jabuticaba e suas frações de dois diferentes genótipos e observaram que assim como o potássio, o cálcio e o magnésio apresentam-se em maior concentração na casca do fruto.

Dentro do universo de microminerais (Figura 5.4), a maior concentração encontrada nos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’ foi de cobre, seguido pelo ferro, manganês e, posteriormente, pelo zinco. De acordo com Franco (2003), o cobre, apesar de ser um micromineral é essencial em diversas funções metabólicas com a mobilização de ferro para síntese de hemoglobina, além de ser componente de várias enzimas, como a citocromo C-oxidase, superóxido desmutase, monoamino-oxidase.

A composição de açúcares é uma etapa importante de avaliação da qualidade de frutos, uma vez que determina as formas de consumo e condições e capacidade de estocagem pós-colheita (Zhu et al., 2013). Na análise de açúcares em cromatógrafo de íons, foram encontradas sacarose, glicose e frutose em todas as amostras (Figura 5.5). O açúcar em maior concentração foi a frutose, seguida pela glicose e sacarose, respectivamente, corroborando com Lima et al. (2011) e Ribeiro et al. (2013). Embora, a sacarose seja o carboidrato mais transportado de tecidos que executam a fotossíntese, ao chegar em locais não fotossintéticos como o fruto, ele é degradado em hexoses através de diferentes rotas metabólicas. O objetivo dessa conversão está na regulação de expressões gênicas e no desenvolvimento da planta (Ruan et al., 2010; Koch, 1996).

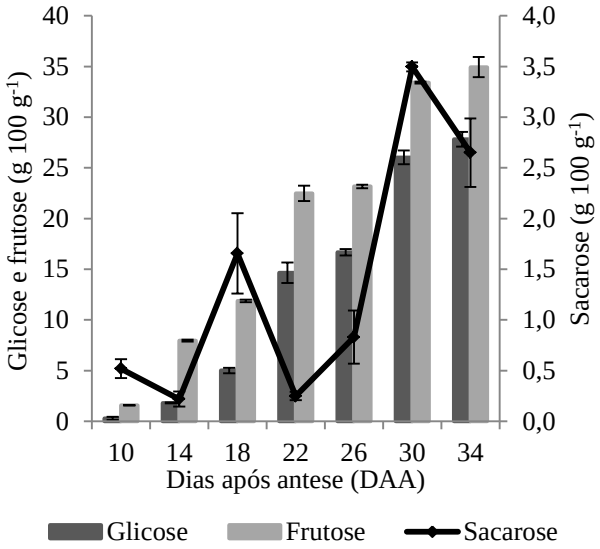


Figura 5.5. Valores médios e desvio padrão dos teores de glicose, frutose e sacarose durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO.

No presente trabalho, os açúcares redutores (glicose e frutose) e a sacarose apresentaram máxima concentração com 30 e 34 DAA. Lima et al. (2011) trabalhando com dois genótipos maduros de jabuticaba (Paulista e Sabará) encontraram valores próximos de glicose e sacarose. No caso da Paulista as concentrações de glicose e frutose foram 38,25 ± 4,57 g 100 g^{-1} e 32,87 ± 3,25 g 100 g^{-1}, respectivamente, enquanto que na Sabará 32,96 ± 2,68 g 100 g^{-1} (frutose) e 26,40 ± 0,60 g 100 g^{-1} (glicose). Todavia os valores de sacarose foram bastante discrepantes 9,87 ± 0,27 g 100 g^{-1} (Paulista) e 11,69 ± 0,21 g 100 g^{-1} (Sabará). Tais variações pode ocorrer devido as condições climáticas e preparo das amostras para análise.

5.4 CONCLUSÃO

Pode-se observar que os frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' apresentaram redução dos teores de umidade, proteínas, lipídeos e minerais durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos, enquanto que os teores de açúcares apresentaram elevação até os 34 DAA. Sabendo-se que a doçura dos frutos, é um fator de grande importância tanto para o consumo *in natura*, quanto para o processamento, pode-se afirmar, considerando os parâmetros analisados, que o ponto ideal de colheita é aos 34 dias após a antese.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18ª ed. AOAC: Gaithersburg. 2010.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutas**. São Paulo: Nobel, 114p. 1993.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of biochemistry and physiology**, Ottawa, v.37, n.8, p.911-917. 1959.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**: Fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1990. 293p.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, 1976.

DONADIO, L. C. **Jabuticaba *(Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg*)***. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 55 p.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos de tangerina 'poncã' (*Citrus reticulata* Blanco). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008.

FERRIE, B. J.; BEAUDOIN, N.; BURKHART, W.; BOWWSHER, C. G.; ROTHSTEIN, S. J. The cloning of two tomato lipoxygenases genes and their differential expression during fruit ripening. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 160, n. 1, p. 190-118, 1994.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. São Paulo, SP: Ed. Atheneu, 9a ed. 2003, 307p.

GALHO, A. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; LIMA, M. G. S. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleyanum* sabine durante o ciclo de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 61-66, 2007.

HILDEBRAND, D. F. Lypoxigenases. **Physiologia plantarum**, Copenhagen, v. 76, p. n. 2, 249-253, 1989.

IC APPLICATION NOTE P-48. Glucose, fructose and sucrose applying pulsed amprometric detection using the 930 Compact IC Flex. Disponível em:

<http://www.metrohm.co.th/news/20140605_METROHM_ANALYSIS_OF_GLUCOSE_FRUCT>. Acesso em 15 de dezembro de 2015.

KOCH, K. E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, Palo Alto, v. 47, p. 509-540. 1996.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (Myrciaria cauliflora Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion - Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, Chacão, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

LIMA, A. J. B.; CORREA, A. D.; DANTAS-BARROS, A. M. NELSON, D. L.; AMORIM, A. C. L. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jabuticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, e. 2, p. 540-550, 2011.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (Mangifera indica L.) cv. Tommy atkins. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods:** basis and derivation. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1973. (Agriculture handbook, 74).

MORETTO, E. FETT R.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. **Introdução à ciência de alimentos**. Editora da UFSC, 2002. 255p.

PALYIATH, G.; DROILLARD, M. J. The mechanisms of membrane deterioation and disassembly during senescence. **Plant Physiology and Biochemistry**, (Societé francaise de physiologie vegetale), Paris, v. 30, n. 6, p. 789-812, 1992.

PLAGEMANN, I.; KRINGS, I.; BERGER, R. G.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Volatile constituents of jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) fruits. **Journal of Essential Oil Research**, Wheaton, v. 24, n. 1, p. 45–51, 2012.

RIBEIRO, E. M. G.; CARVALHO, L. M. J.; ORTIZ, G. M. D.; CARDOSO, F. S. N.; VIANA, D. S.; CARVALHO, J. L. V.; GOMES, P. B.; TEBALDI, N. M. Na overview on cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) macro and micro components and a technological approach, Food Industry, Dr. Innocenzo Muzzalupo (Ed.). 2013. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/food-industry/an-overview-on-cagaita-eugenia-dysenterica-dc-macro-and-micro-components-and-a-technological-approac>. Acesso em 15 de dezembro de 2015.

RUAN, Y. L.; JIN, Y.; YANG, Y. J.; LIN, G. J.; BOYER, J. Sugar Input, Metabolism, and Signaling Mediated by Invertase: Roles in Development, Yield Potential, and Response to Drought and Heat. **Molecular plant**, Oxford, v. 3, n. 6, p. 942-955, 2010.

SILVA, E. P. **Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado: marolo (*Annona crassiflora*, Mart) e gabiroba (*Campomanesia pubescens*)**. 2009. 128 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, G. G.; DINIZ, R. G.; SILVA, M. E. Avaliação química do mamão papaia (Carica papaya L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, Vitória, n. 3, p. 1-7. 2007.

TLILI, N.; TIR, M.; BENLAJNEF, H.; KHEMIRI, S.; MEJRI, H.; REJEB, S.; KHALDI, A. Variation in protein and oil content and fatty acid composition of Rhus tripartitum fruits collected at different maturity stages in different locations. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 59, p. 197-201, 2014.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.

ZHU, Z., LIU, R.; LI, B.; TIAN, S. Characterisation of genes encoding key enzymes involved in sugar metabolism of apple fruit in controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, Barking v. 141, n. 4, p. 3323-3328, 2013.

6 EFEITO DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE CÁLCIO E DE DIFERENTES TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO NA PÓS-COLHEITA DE JABUTICABAS VARIEDADE ‘PINGO DE MEL’

6 EFFECT OF THE APPLICATION OF CALCIUM CHLORIDE AND DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES ON THE POST-HARVEST OF JABUTICABAS VARIETY 'PINGO DE MEL'

Resumo - A jabuticaba é um fruto conhecido e apreciado em praticamente todo o mundo, além disso, possui alegadas propriedades funcionais, o que tem atraído o interesse da indústria de alimentos. No entanto, este fruto apresenta comércio limitado, devido a sua alta perecibilidade que não somente limita a quantidade produzida como, também, compromete a qualidade final do fruto. Objetivou-se, com o presente trabalho, analisar a influência da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, associado a diferentes temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de jabuticabas variedade ‘Pingo de mel’. Os frutos foram coletados aos trinta dias após a antese e submetidos à imersão em solução de cloreto de cálcio, com diferentes concentrações (0%, 2%, 4% e 6%), durante 30 minutos, à temperatura ambiente. Posteriormente, foram secas e embaladas em potes de polipropileno e armazenadas em câmaras BOD’s em diferentes temperaturas (6°C, 12°C e 25°C). As amostras foram analisadas no tempo 0 e a cada dois dias, até os 12 dias de armazenamento. As diferentes concentrações de cloreto de cálcio não apresentaram efeito na conservação das características dos frutos nas diferentes temperaturas de armazenamento e nem mesmo ao longo do tempo. No decorrer dos dias de armazenamento houve aumento dos teores de pectina solúvel e total, da atividade antioxidante (ABTS e FRAP), do CO_2, dos açúcares totais, da acidez e da perda de massa. Maiores temperaturas de armazenamento influenciaram no aumento da perda de massa, do pH e da produção de O_2 e redução da vitamina C. A refrigeração foi importante para a conservação pós-colheita dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, visto que as frutas submetidas à temperatura de 6°C de armazenamento, sofreram menores variações e/ou mantiveram condições semelhantes ou melhores nos frutos durante os 12 dias.
Palavras-chaves: antioxidantes, perda de massa, taxa respiratória.

Abrstract - Jabuticaba is a fruit appreciated worldwide, being recognized for its functional properties, which has attracted the interest of the food industry. However, it has a limited market due to its high perishability, which affects the production capacity and compromises the final quality of the fruit. The objective of this study was to analyze the effect of different calcium chloride concentrations on the post-harvest conservation of jabuticaba variety *Pingo de mel* at different storage temperatures. The fruits were collected 30 days after the anthesis and subjected to immersions in calcium chloride solution at

different concentrations (0%, 2%, 4% and 6%) for 30 minutes at room temperature. Then, the fruits were dried and packed in polypropylene bags and incubated in a chamber at different temperatures (6 °C, 12 °C, and 25 °C). Samples were analyzed at time 0 and every two days, up to 12 days of storage. No effect of different calcium chloride concentrations was observed in the fruit characteristics at different storage temperatures over time. During storage, an increase of soluble and total pectin contents, antioxidant activity (ABTS and FRAP), CO_2, total sugars, acidity, and mass loss was observed. Higher storage temperatures affected both the increase in mass loss, pH, and O_2 production, and the reduction of vitamin C content. Refrigeration was important for the post-harvest conservation of jabuticaba variety *Pingo de mel*, once the fruits stored at 6 °C suffered minor variations with improvements or little changes during the 12 days.
Keywords: antioxidants, mass loss, respiratory rate.

6.1 INTRODUÇÃO

A jabuticabeira é uma árvore frutífera, originária da região de Minas Gerias, porém amplamente cultivada em quase todas as regiões brasileiras, podendo ser encontrada desde o Estado do Pará até o do Rio Grande do Sul e, também, em outros países como Bolívia, Argentina, Uruguai e Peru. Produz frutos uma vez ou, mais raramente, duas vezes por ano, geralmente entre os meses de agosto e novembro. Seus frutos apresentam casca escura, variando de roxo a preto e polpa esbranquiçada, com sabor doce e ligeiramente ácido.

Devido a estes atributos de qualidade, esta fruta possui alto potencial de comercialização, sendo utilizada na elaboração de doces, sucos, sorvetes, iogurtes, geleia, vinagre, licor, vinho, entre outros (Ascheri et al., 2006; Wu et al., 2012).

Embora a jabuticaba seja conhecida e apreciada em praticamente todo o mundo, esta não possui alto valor econômico, devido à alta perecibilidade, o que dificulta a sua comercialização. Depois de colhida, a fruta tem vida útil de até três dias, quando é observada alteração na aparência do fruto, decorrente da intensa perda de água, deterioração e fermentação da polpa, o que prejudica a sua comercialização *in natura* (Lima et al., 2008).

Durante a vida pós-colheita de frutos tropicais, ocorrem diversas alterações químicas e físicas, devido a fatores internos e externos, logo estes requerem cuidados especiais em todas as etapas da cadeia de comercialização (desde o produtor até o consumidor). A rapidez com que amadurecem demanda tecnologia de manuseio especial e justifica o pequeno volume de exportação observado para a maioria desses produtos.

O armazenamento refrigerado consiste em um dos principais meios de conservação de frutas e hortaliças, podendo ser aliado a outras técnicas de conservação. No entanto, tecnologias apropriadas que combinam a pós-colheita com a temperatura de refrigeração são necessárias para preservar, por mais tempo, a qualidade dos frutos (Martins et al., 2007).

O tratamento com cálcio, juntamente com baixas temperaturas, tem alto potencial comercial para melhorar a qualidade nutricional de frutas e legumes. O cálcio pode aumentar a vida útil pós-colheita, mantendo a firmeza do fruto, reduzindo a taxa de respiração e a produção de etileno, retardando a maturação do fruto, aumentando a biossíntese do aroma (Chen et al., 2011; Martin-Diana et al., 2007).

Diante o exposto, objetivou-se com o presente trabalho, analisar a influencia da aplicação de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, associado a diferentes temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de jabuticabas variedade ‘Pingo de mel’.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Matéria-prima

O experimento foi conduzido durante o mês de setembro de 2015, no ápice da safra, com frutos colhidos na Fazenda e Vinícola Jabuticabal, em Nova Fátima, distrito de Hidrolândia-GO (16°55´32,35"S e 49°21´39,76"O), a 35,6 Km de Goiânia-GO. A área disponibilizada para a realização do experimento continha cerca de 700 árvores, das quais foram selecionadas setenta árvores de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, homogêneas quanto ao porte (± 2 m) e idade (10 anos), nas quais foram marcados galhos por ocasião da antese e os frutos foram colhidos aos 30 dias após a antese (abertura da flor), no período da manhã e selecionados quanto à presença de defeitos ou pragas. Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Vegetais, da Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás. Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados quanto à presença de defeitos ou pragas e lavados em água corrente.

6.2.2 Delineamento experimental

Após a chegada ao laboratório, as jabuticabas variedade ‘Pingo de Mel’, foram lavadas com água corrente e higienizadas com solução de hipoclorito sódio a 150 μL . L^{-1} durante 15 minutos. Em seguida, foram imersas em solução de cloreto de cálcio, com diferentes concentrações (0%, 2%, 4% e 6%), durante 30 minutos, à temperatura ambiente. Posteriormente, foram secas (com papel toalha) e embaladas em potes de polipropileno de 250 mL, nos quais foram colocadas 100 g de jabuticaba e armazenadas em câmaras BOD’s (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em diferentes temperaturas (6°C, 12°C e 25°C). As amostras foram analisadas no tempo zero e a cada dois dias, até doze dias (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12), no entanto, nem todos os tratamentos duraram os doze dias de armazenamento.

6.2.3 Análises

As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, da Escola de Agronomia e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia.

6.2.3.1 Cor

A determinação da cor foi realizada por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIEL*a*b*. Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II), no qual L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* = vermelho e –a* = verde, +b* = amarelo e –b* = azul). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.2 Firmeza

A firmeza foi determinada com o auxílio de texturômetro (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra), utilizando a Prob P/2 para analisar a força de penetração, numa velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm s^{-1}, 2 mm s^{-1} e 10 mm s^{-1}, respectivamente e a uma distância de penetração de 6 mm, valores estes previamente fixados. A firmeza foi expressa em Newton (N). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.3 Taxa respiratória

A taxa de respiração foi medida utilizando o equipamento Dräger SimultanTest CO_2.por meio da injeção da agulha nos potes fechados. A medição era realizada rapidamente dentro das BOD's para que a temperatura de armazenamento não fosse alterada. Após a medição os "furos" eram tampados com silicone para que não alterasse a transferência de gases dentro dos potes. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.4 Perda de massa

A perda de massa fresca foi determinada, por meio da diferença entre a massa fresca inicial das unidades experimentais e a massa no dia da amostragem, e expressa em porcentagem. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.5 pH e acidez titulável

A determinação do pH foi realizada, utilizando-se potenciômetro digital (Tecnal, TEC 3P-MP). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, em seguida, realizou-se a leitura direta do pH com imersão do eletrodo no béquer, contendo a amostra macerada em solução aquosa, segundo metodologia proposta pela AOAC (2010).

A acidez total titulável foi determinada pela titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01N, usando como indicador a fenolftaleína 1%, conforme a AOAC (2010). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.6 Pectinas total e solúvel

A pectina total e solúvel foi extraída segundo técnica descrita por McCready e McComb (1952) e determinada colorimetricamente, por meio de reação com carbazol, conforme técnica modificada por Bitter e Muir (1962). As pectinas total e solúvel, foram expressas em mg de ácido galacturônico 100 g^{-1} de fruto. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.7 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico, descrito por Strohecker e Henning (1967). A vitamina C foi extraída com ácido oxálico sob agitação e, após filtração, foi dosada no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina e usando-se o ácido ascórbico como padrão. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.8 Açúcares totais

O teor de açúcares totais foi determinado por espectrofotometria a 620 nm, pelo método de antrona, e expressos como grama de glicose por 100 g de amostra (Dische, 1962). Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.9 Obtenção dos extratos para análise de atividade antioxidante *in vitro*

Os extratos foram preparados, homogeneizando-se amostra (polpa e casca de jabuticaba) com solução extratora éter etílico, na razão de 1:20 (m/v), sob agitação e ao abrigo da luz, durante uma hora. Posteriormente, os extratos foram filtrados em papel filtro Whatman nº 1, com volumes finais ajustados para que fosse mantido o volume inicial. Deixou-se o resíduo, secando no papel filtro por 2 horas a 35°C para que fosse evaporado qualquer resíduo de éter etílico. Em seguida, o resíduo foi pesado e transferido para um béquer e, então, adicionou-se álcool etílico na proporção 1:20 e repetiu-se todo o processo (agitação+filtração). Após a filtração, o resíduo foi mantido no papel filtro por 30 minutos a 50°C para que fosse evaporado todo o resíduo do solvente. E, por fim, elaborou-se o extrato aquoso, utilizando o resíduo dos extratos anteriores e adicionando-se água na proporção 1:20, o qual foi mantido sob agitação e ao abrigo da luz, durante uma hora. Os extratos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar e armazenados em freezer à -18 ºC até a realização das análises dos compostos bioativos.

6.2.3.10 Atividade antioxidante *in vitro*

6.2.3.10.1 FRAP

A atividade antioxidante, pelo método de redução do ferro (FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power), foi realizada segundo Pulido et al. (2000) e modificações propostas por Rufino et al. (2006). Leituras do produto colorido (complexo tripyridyltriazine ferroso) foram, então, conferidas à 595 nm, em espectrofotômetro (Biospectro SP-220), nos diferentes extratos (etéreo, etanólico e aquoso). Os resultados foram expressos em µmol de $Fe_2SO_4.g^{-1}$ de massa fresca. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.10.2 $ABTS^{\cdot+}$

Para o ensaio $ABTS^{\cdot+}$ (2,2´- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)), o procedimento seguiu o método de Rufino et al. (2007). A absorbância foi medida em espectrofotômetro (BiospectroSP-220) à 734 nm, no tempo de 6 minutos após a adição da amostra. Os resultados foram expressos em µmol de Trolox.g^{-1} de massa fresca. Foram realizadas 4 repetições com 3 leituras cada, totalizando 12 leituras, em cada tempo analisado (T0; T2; T4; T6; T8; T10 e T12).

6.2.3.11 Análises estatística

Para análise dos componentes principais (PCA) foram considerados tratamentos as diferentes soluções de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%) em diferentes temperaturas (6°C, 12°C e 25°C) ao longo de 12 dias de armazenamento. Os tratamentos foram comparados com os parâmetros cor, firmeza, taxa respiratória, perda de massa, pH e acidez titulável, pectinas total e solúvel, vitamina C, açúcares totais e atividade antioxidante *in vitro* ($ABTS^{\cdot+}$ e FRAP). Para comparação dos parâmetros de diferentes unidades de medida foi realizado normalização e, posteriormente, utilizado matriz de correlação (Melo et al., 2015)

Os mesmos tratamentos e parâmetros, utilizados na PCA, também foram comparados utilizando regressão múltipla com nível de significância estatística de 95%. Para observar a relação entre as variáveis, foi observado o coeficiente de regressão (R^2) do modelo e coeficiente linear da regressão. Para evidenciar a relação entre as duas variáveis preditoras como temperatura e os dias armazenamento, em relação aos parâmetros dos frutos, foram realizados gráficos de superfície de resposta, considerando o ajustamento polinomial das variáveis.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à taxa respiratória (CO_2 e O_2), pôde-se notar que os frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, apresentaram alterações com o aumento da temperatura de armazenamento (de 6°C para 25°C), ocorrendo redução das concentrações

CO_2 e aumento dos níveis O_2 (Figura 6.1), ou seja, esse aumento na taxa respiratória pode favorecer a degradação dos frutos. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a respiração destaca-se como o principal fenômeno fisiológico que mais influencia na conservação e na qualidade das frutas e hortaliças, após a colheita. A baixa temperatura diminui a taxa respiratória, além de proporcionar metabolismo mais lento, aumentando o período de armazenamento e, consequentemente, a manutenção da qualidade pós-colheita por mais tempo. Esta afirmação vem de encontro com os dados de Velho et al. (2011), que ao analisarem a influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas (*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret), também observaram que com o aumento da temperatura houve aumento da taxa respiratória dos frutos, reduzindo sua vida útil, assim como ocorreu como as jabuticabas no presente trabalho.

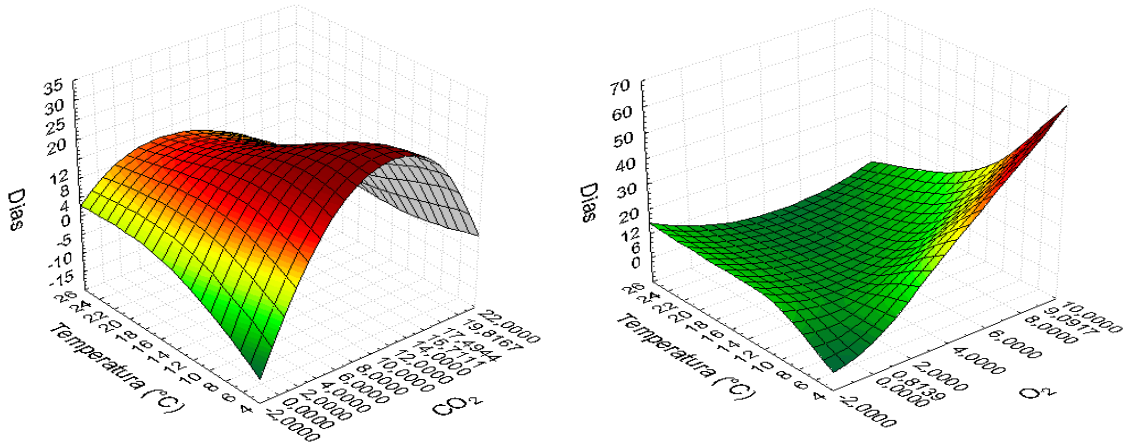


Figura 6.1. Valores médios da taxa respiratória (CO_2 e O_2) dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', armazenados nas diferentes temperaturas de armazenamento (6ºC, 12°C e 25ºC), durante o tempo de armazenamento (0 a 12 dias).

As diferentes concentrações de cloreto de cálcio que foram aplicadas (0%, 2%, 4% e 6%) não apresentaram efeito na conservação das características dos frutos nas diferentes temperaturas de armazenamento (6°C, 12°C e 25°C) e nem mesmo ao longo do tempo, o que pode ser explicado pela espessura da casca da jabuticaba variedade 'Pingo de mel', que não permitiu a permeabilização do cloreto de cálcio. O cálcio pode penetrar nos frutos diretamente através da epiderme e/ou por fendas naturais da cutícula (Conway et al., 1992), maiores tempos de imersão resultam em maior absorção. No entanto Mota et al. (2002) testaram imersão da jabuticaba 'Sabará' em $CaCl_2$ 40g.L^{-1} por 0, 5, 10, 20, 40 e 60 minutos e notaram que em todos os tempos de imersão usados houve redução da firmeza, aumento da porcentagem de perda de matéria fresca dos frutos e aumento da acidez,

corroborando com os dados do presente trabalho Desta forma, seria necessário testar tempos de imersão superiores, bem como maiores concentrações de $CaCl_2$, para avaliar a efetividade do cloreto de cálcio na conservação pós-colheita de jabuticabas.

Um dos grandes problemas em pós-colheita é a perda de umidade, seguida da perda de massa, no entanto, no presente trabalho nota-se que estas duas variáveis ficaram no mesmo quadrante (Figura 6.2), demostrando que uma não exerceu influencia sobre a outra, sendo um fator positivo para a pós-colheita dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', uma vez que a perda de umidade causa o murchamento dos frutos, causando rejeição destes no momento da compra.

Kays (1997) afirma que a diminuição da massa dos frutos pode estar, em grande parte, associada à perda de água por transpiração e, em menor grau, pela respiração, intensificando-se quando os frutos estão expostos a temperaturas maiores. Fato esse ocorrido no presente estudo, ou seja, quanto maior a temperatura de armazenamento, maior foi a perda de massa dos frutos. Desta forma, a temperatura de armazenamento de 6°C, foi a que apresentou menor perda de massa nos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' ao longo do armazenamento, como pode ser observado na Figura 6.3b. Brunini e Coelho (2005) analisaram a influencia de embalagens associadas a diferentes temperaturas em jabuticabas 'Sabará' e observaram que as jabuticabas armazenadas à temperatura ambiente (21°C a 26,5°C) apresentaram as maiores perdas de massa fresca, assim como ocorreu no presente trabalho.

O aumento da temperatura, também, influenciou na redução da firmeza dos frutos, uma vez que a perda de massa contribui com a redução da firmeza. Em relação aos dias de armazenamento, pôde-se observar que no 2° dia de armazenamento, foi quando os frutos de jabuticaba apresentaram maior firmeza, sendo que este teor foi diminuindo no decorrer do armazenamento. Nota-se, também, que com o passar dos dias houve aumento dos teores de pectinas solúvel e total, corroborando com os dados de firmeza do fruto.

A acidez total titulável apresentou ascensão no transcorrer do armazenamento, com redução no pH (Figuras 6.2 e 6.3c). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o pH tende a diminuir com o aumento da acidez somente se a concentração de ácidos estiver numa faixa entre 2,5% e 0,5%, como ocorreu no presente estudo. Pôde-se notar, também, que a temperatura exerceu influencia sobre a acidez titulável, sendo que os maiores valores de acidez ocorreram nos frutos armazenados nas menores temperaturas (6°C). Normalmente, a acidez tende a diminuir no decorrer do armazenamento, à medida que são respirados ou

convertidos a açúcares, como o que acontece em frutos como o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg.) variedade 'Afruvec' (Arruda, 2011), o bilimbi (*Averrhoa bilimb* L.) (Souza et al., 2009), o pêssego (*Prunus persica* L.) cultivar 'Maciel' (Barreto et al., 2011), entre outros. Contudo, em alguns frutos esta acidez pode aumentar, conforme ocorreu no presente trabalho e conforme verificado em banana e abacaxi por Vilas Boas (2002), onde os frutos atingiram os mais altos níveis de acidez no estádio pleno de amadurecimento. Damiani et al. (2008), também, observam elevação da acidez em pequi minimamente processado e afirmaram que isso ocorre, em decorrência do baixo metabolismo respiratório, freado pela temperatura de armazenamento, que gera acúmulo de ácidos nos vacúolos.

Por meio da análise de PCA, pôde-se observar elevação dos teores de açúcares totais, durante o armazenamento dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel' (Figura 6.2 e 6.3d). Brunini et al. (2004), estudando influencia de embalagens e temperaturas no armazenamento de jabuticabas 'Sabará', também, observaram o aumento do carboidratos totais durante o período de armazenamento.

A coloração dos frutos não apresentou variações durante a pós-colheita da jabuticaba variedade 'Pingo de mel, demostrando que os tratamentos não interferiram na intensidade da cor das cascas, corroborando com os dados de Brunini et al. (2004). De acordo Lima et al. (2013), a alteração de cor da epiderme dos frutos está envolvida com a degradação da clorofila, assim como a síntese de outros pigmentos, como antocianinas e carotenóides. Desta forma, a manutenção da cor dos frutos, pode ser justificada pelo fato de terem sido colhidos aos 30 dias após a antese (ou seja, totalmente maduro), ponto do desenvolvimento fisiológico do fruto, em que não há mais degradação da clorofila e nem síntese de antocianinas na jabuticaba.

O teor de vitamina C, também, apresentou redução durante o tempo de armazenamento, além de ter sido influenciado pela temperatura de armazenamento, como pôde ser observado pela Figura 6.3e. Esse comportamento é similar ao observado por Agostini et al. (2009), que ao avaliarem jabuticaba 'Paulista', observaram que as condições de armazenamento promoveram redução nos teores de vitamina C, e a velocidade de redução foi maior nos frutos armazenados sob temperatura ambiente, provavelmente, porque a refrigeração inibiu as reações oxidativas e retardou os processos fisiológicos, que reduzem as perdas de aroma, sabor e textura, dentre outros atributos.

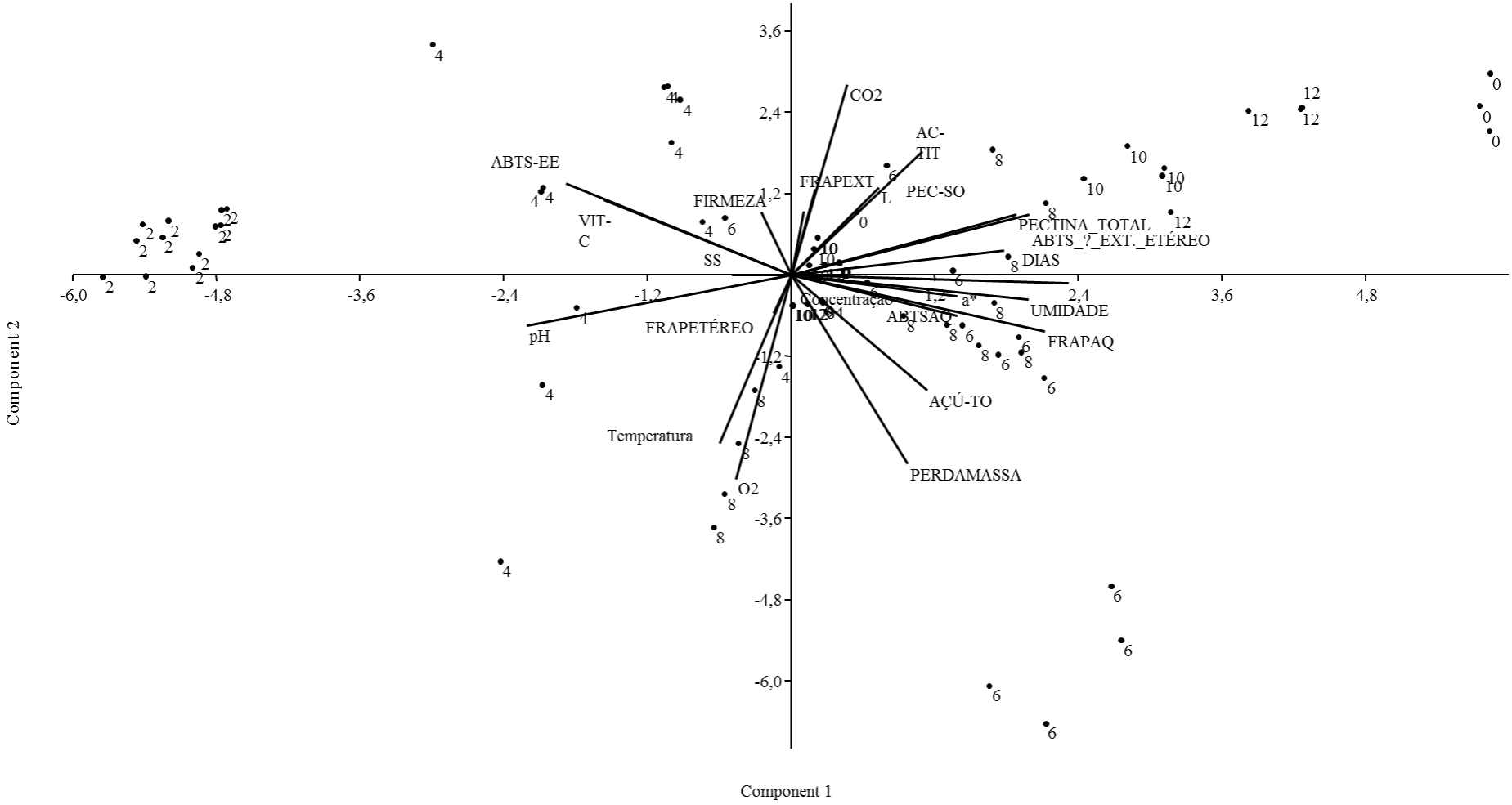


Figura 6.2. Análise dos componentes principais considerando tempo de armazenamento (0 a 12 dias), diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%), temperaturas de armazenamento (6ºC, 12ºC e 25ºC) e parâmetros morfo-fisiologicos dos frutos a jabuticabeira variedade ‘Pingo de mel’.

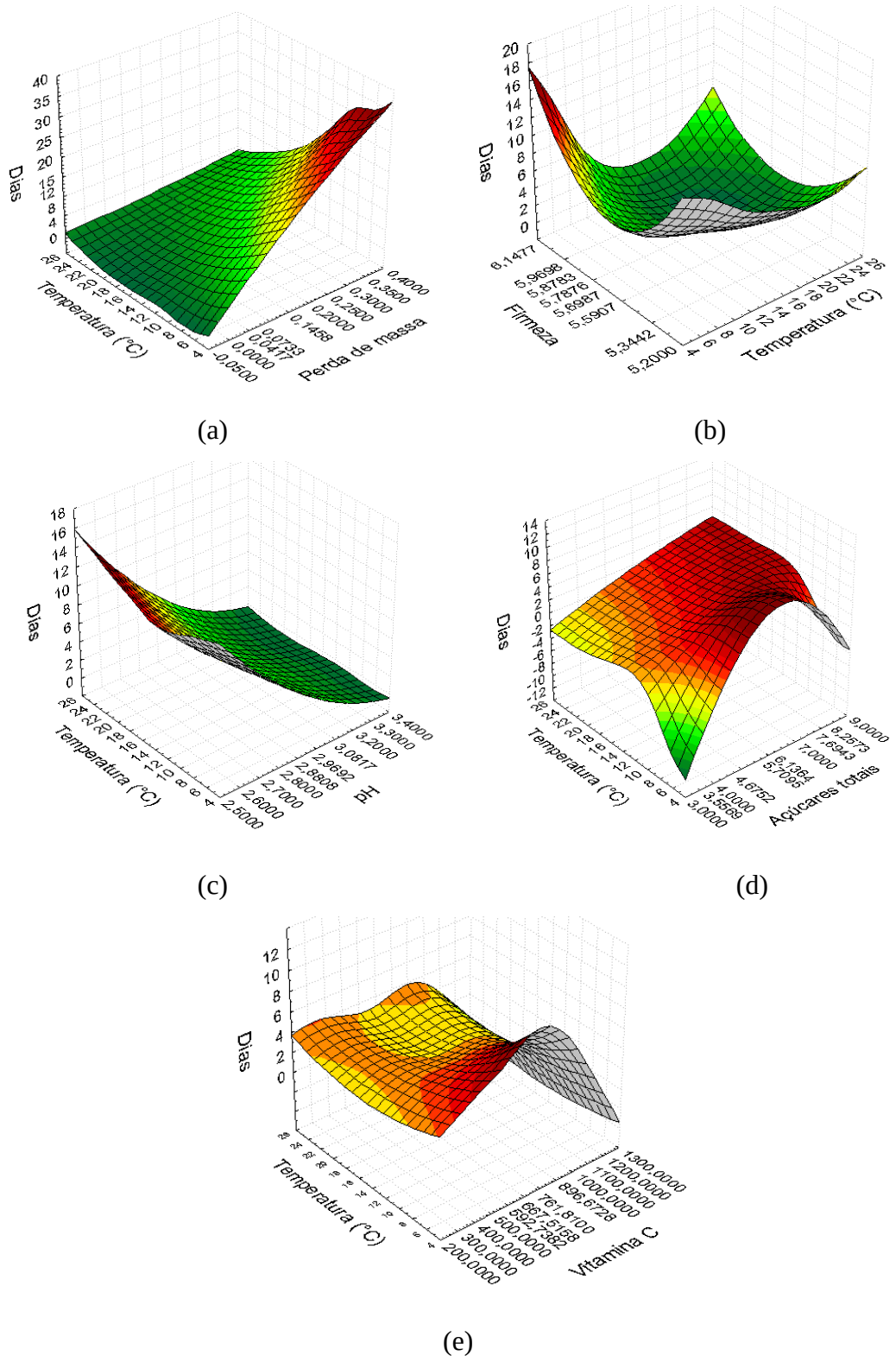


Figura 6.3. Valores médios de perda de massa (g 100 g^{-1}) (a), firmeza (N) (b), pH (c), açúcares totais açúcares totais (g 100g^{-1}) (d) e vitamina C (mg ácido ascórbico 100 g^{-1}) (e) dos frutos de jabuticaba variedade 'Pingo de mel', armazenados nas diferentes temperaturas de armazenamento (6ºC, 12°C e 25ºC), durante o tempo de armazenamento (0 a 12 dias).

Por meio da análise de PCA pôde-se observar a atividade antioxidante *in vitro* de todos os extratos (etéreo, etanólico e equoso), de ambos os métodos analisados, os quais apresentaram elevação durante o período de armazenamento dos frutos. Taiz e Zeiger (2004) ressaltam que pode haver acréscimo no teor de compostos fenólicos e antioxidantes durante o desenvolvimento e ou armazenamento dos frutos, e que muitas vezes este comportamento pode ser relacionado a estresses bióticos e abióticos que induzem o metabolismo secundário do fruto. A elevação destes teores tem grande importância do ponto de vista nutricional, pois vários estudos tem relacionado um possível papel na prevenção de muitas doenças associadas ao estresse oxidativo, como doenças cancerígenas, cardiovasculares e outras doenças crônicas (Cavalcanti et al., 2011; Lima et al., 2011; Wang et al., 1997).

De forma geral, o trabalho destacada a refrigeração como importante método para a conservação e pós-colheita dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de mel’, visto que os resultados sofreram menores variações e/ou mantiveram condições semelhantes ou melhores em frutos armazenados durante 12 dias a 6°C. A fruta da jabuticabeira, assim como outras frutas nativas e, também, da mesma família botânica (Myrtaceae) como gabiroba (*Campomanesia adamantium* Camb) (Melchior et al 2006; Campos et al., 2012), cagaita (*Eugenia desynterica* DC.) (Carneiro et al., 2015) e araçás (*Psidium* spp.) (Drehmer et al.,2008) são consideradas iguarias alimentares regionais, que apresentam potencial produtivo e de comercialização em todo o país, porém, essas frutas apresentam intensas taxas respiratórias quando maduras, o que reflete em pouca durabilidade com rápida redução da qualidade dos frutos “in natura”.

6.4 CONCLUSÃO

A aplicação das diferentes concentrações de cloreto de cálcio não apresentou contribuição para o aumento do período de comercialização de jabuticabas variedade ‘Pingo de mel’, enquanto que a temperatura refrigerada, destacando-se a temperatura de 6°C, apresentou-se como alternativa viável para o armazenamento pelo período de doze dias, apresentando melhor manutenção da qualidade do fruto.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, J. S.; CANDIDO, A. C. S.; TEODÓSIO, T. K. C.; RODRIGUES, J. N.; GARCETE, G. J.; SCALON, S. P. Q. 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, 2009.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18ª ed. AOAC: Gaithersburg. 2010.

ARRUDA, M. C.; FISCHER, I. H.; JERONIMO, E. M.; ZANETTE, M. M.; SILVA, B. L. Efeito de produtos químicos e temperaturas de armazenamento na pós-colheita de maracujá-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 201-208, 2011.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

BARRETO, C. F.; SILVA, P. S.; KIRINUS, M. B. M.; SCHIAVON, C. R.; MALGARIN, M. B. M.; FACHINELLO, J. C. Armazenamento refrigerado de pêssegos 'maciel' de plantas conduzidas em diferentes porta-enxertos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Cidade do México, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2016.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical biochemistry**, Orlando, v. 34, n. 4, p. 330-334, 1962.

BRUNINI, M. A.; COELHO, C. V. Influência de embalagens em jabuticabas 'Sabará'**.** **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 3, n. 1, p. 81-88, 2004/2005.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 378-383, 2004.

CAMPOS, R. P.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; MACEDO, M. L. R. Post-harvest conservation of guavira (*Campomanesia* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 41-49, 2012.

CARNEIRO, J. O.; SOUZA, M. A. A.; RODRIGUES, Y. J. M.; MAPELI, A. M. Efeito da temperatura e do uso de embalagem na conservação pós-colheita de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 568-577, 2015.

CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidante compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) byproducts: economic viability. **Procedia Food Science**, London, v. 1, p. 1672-1678, 2011.

CHEN, F.; LIU, H.; YANG, H.; LAI, S.; CHENG, X.; XIN, Y.; YANG, B.; HOU, H.; YAO, Y.; ZHANG, S.; BU, G.; DENG, Y. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria annanassa* Duch.) under calcium chloride treatment. **Food Chemistry**, Barking, v. 126, p. 450–459, 2011.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças**: Fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; McGUIRE, R. G.; KELMAN, A. Calcium treatment of Apples and Potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 4, p. 329-334, 1992.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de Pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 203-212, 2008.

DISCHE, Z. General color reaction. In: WHISTLER, R. L., WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**. New York, Academic Press, 1962. p 447-512.

DREHMER, A. M. F.; AMARANTE, C. V. T. Conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho em função do estádio de maturação e temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 322-326, 2008.

KAYS, S. Postharvest physiology of perishable plant products. Georgia: Exon Press, 1997 532 p.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; SACZK, A. A.; MARTINS, M. P.; CASTILHO, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jabuticaba [Myrciaria cauliflora (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 877–887, 2011.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (Myrciaria cauliflora Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion - Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, Chacão, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; ANDRADE, S. B.; AFFONSO, L. B.; ROMBALDI, C. V.; RUFATO, A. R. Qualidade pós-colheita de Physalis sob temperatura ambiente e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 311-317, 2013.

MARTIN-DIANA, A. B.; RICO, D.; FRIAS, J. M.; BARAT, J. M.; HENEHAN, G. T. M.; BARRY-RYAN, C. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 210–218, 2007.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; VILLAS BOAS, E. V.; SANTOS, L. O. Armazenamento refrigerado de banana 'Prata Anã' proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1423-1429, 2007.

MCCREADY, P. M.; MCCCMB, E. A. Extration and determination of total pectin material. **Analytical biochemistry**, Orlando, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MELCHIOR, S. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MARQUES, T. A.; MACHADO NETO, N. B. Colheita e armazenamento de sementes de gabiroba (*Campomanesia adamantium* Camb. – MYRTACEAE) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v. 28, n. 3, p. 141-150, 2006.

MELO, A. P. C.; FERNANDES, P. M.; VENTUROLI, F.; SILVA-NETO, C. M.; RUBIO NETO, A. Morphoagronomic Characterization of Tomato Plants and Fruit: A Multivariate Approach. **Advances in Agriculture**, London, v. 2015, p. 1-6, 2015.

MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, M. C. T.; CECON, P. R. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-52, 2002.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, p. 3396-3402, 2000.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico**. 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre $ABTS^{\cdot+}$. **Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico**. 2007.

SOUZA, P. A.; SILVA, G. G.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; AROUCHA, E. M. M.; MENEZES, J. B. Vida útil pós-colheita de frutos de bilimbi (*Averrhoa bilimb* L.) armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1190-1195, 2009.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**. Paz Montolvo: Madrid, 1967. 428 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 722p.

VELHO, A. C.; AMARANTE, C. V. T.; ARGENTA, L. C.; STEFFENS, C. C. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 14-20, 2011.

VILAS-BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 59 p.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 2, p. 304-309, 1997.

WU, S-B.; DASTMALCHI, K.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Metabolite profiling of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and other dark-colored fruit juices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 30, p. 7513–7525, 2012.

7 CONCLUSÕES GERAIS

Considerando todos os fatores estudados durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’, pode-se afirmar que para que se aproveite melhor as qualidades sensoriais e os benefícios que o fruto proporciona a saúde é importante que se realize a colheita dos frutos de jabuticaba variedade ‘Pingo de Mel’ entre 30 e 34 dias após a antese.

Com relação à pós-colheita a aplicação das diferentes concentrações de cloreto de cálcio não apresentou contribuição para o aumento do período de comercialização, sendo necessário mais experimentos para determinar a influencia ou não deste composto na pós-colheita de jabuticabas variedade ‘Pingo de mel’. Enquanto que a temperatura de refrigeração, destacando-se a temperatura de 6°C, apresentou-se como alternativa viável para o armazenamento pelo período de doze dias, apresentando melhor manutenção da qualidade do fruto.