



**FERNANDA SALAMONI BECKER**

**DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E  
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE  
MARMELADA-DE-CACHORRO  
(*Alibertia sessilis* Schum.)**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**FERNANDA SALAMONI BECKER**

**DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DE MARMELADA-DE-CACHORRO**

*(Alibertia sessilis Schum.)*

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutora.

Orientador

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Coorientadora

Dra. Clarissa Damiani

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Becker, Fernanda Salamoni.

Desenvolvimento, caracterização e atividade antioxidante de  
marmelada-de-cachorro (Schum.) / Fernanda Salamoni Becker. –  
Lavras : UFLA, 2015.

113 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Cerrado. 2. Desenvolvimento do fruto. 3. Caracterização. 4.  
Atividade antioxidante. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**FERNANDA SALAMONI BECKER**

**DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DE MARMELADA-DE-CACHORRO**

*(Alibertia sessilis Schum.)*

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro	UFLA
Dra. Clarissa Damiani	UFG
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho	UFLA
Dr. Flávio Alves da Silva	UFG

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2015**

À minha mãe Ivani, pelas palavras certas,  
nas horas mais incertas.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Um dos momentos mais difíceis no encerramento deste longo ciclo do doutorado é, com certeza, o registro, sincero, dos agradecimentos àqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido o dom da vida e a oportunidade de trilhar o caminho do conhecimento.

À minha mãe querida que, com sua sabedoria nata, sempre incentivou a mim e ao meu irmão a buscarmos cada vez mais da vida e do saber; e que me ensinou que, acima de todos os títulos conquistados, só o amor, a compaixão e a humildade tornam o nosso coração manso e a nossa vida mais colorida.

Ao meu irmão Rodrigo pelo amor e apoio incondicional e por ter cuidado dos nossos cachorros na minha ausência.

Ao meu noivo, Thiago, por despertar o que há de melhor em mim e por suportar a dor da saudade em tantos momentos de solidão: "é pla simple".

À minha amiga Karla Rúbia Ananias pela sua amizade e disponibilidade em me ouvir.

À minha amiga Adriane Alexandre Machado de Melo, pelo auxílio nas análises de antioxidantes e que, mesmo longe, sempre está tão perto.

Aos meus amigos de Lavras, Paulo Rogério Siriano, Paulo Castilho e Elza, por terem tornado o ano de 2011 menos dolorido.

Às amigas Ellen Caroline Silvério Vieira, Thays Lorryne Lavrinha e Silva e Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia pelo apoio nas avaliações dos frutos.

Ao meu ex-amigo de Morrinhos-GO, porém para a vida toda, Jeferson Moretto, pelos momentos de risadas espontâneas e descontração.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras - UFLA e à todos os seus docentes, pelo ensino

de alta qualidade, o qual contribuiu, inegavelmente, com a minha formação profissional.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás - UFG, por ter cedido o pomar experimental com espécies nativas do cerrado para a realização desta pesquisa.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos no programa de doutorado, bem como à FAPEMIG e CAPES, pelo apoio financeiro concedido

À minha co-orientadora, Dra. Clarissa Damiani, pela amizade e humildade em transmitir seus conhecimentos.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pelos conhecimentos infindáveis transmitidos e pela confiança a mim e à minha co-orientadora dedicada, meus sinceros agradecimentos.

"Se enxerguei mais longe,  
foi por ter me apoiado sobre os ombros de gigantes"

*Isaac Newton*

## RESUMO GERAL

*Alibertia sessilis* Schum., popularmente conhecida como marmelada-de-cachorro, é uma espécie arbustiva de importância alimentícia e medicinal no bioma Cerrado. O objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento da marmelada-de-cachorro por meio de parâmetros físicos e químicos; caracterizar física e quimicamente o fruto maduro e suas frações casca, polpa e semente; e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* da fruta utilizando diferentes sistemas de solventes e métodos de determinação. O período compreendido entre a antese e a abscisão da marmelada-de-cachorro foi de 72 dias, período este marcado pelo tamanho final do fruto e por torná-lo atrativo e apto para o consumo, culminando com os maiores teores de antocianinas, na casca e polpa; maiores teores de sólidos solúveis e açúcares totais na polpa, menor acidez e frutos mais macios. Os frutos apresentaram formato levemente arredondado, elevado número de sementes, com alto rendimento em polpa e, assim como suas frações casca, polpa e sementes, destacaram-se pelos altos teores de carboidratos e sólidos solúveis, baixa acidez, teores médios de fibras alimentares, ausência e/ou baixos níveis de fatores antinutricionais. Glicose e frutose foram os açúcares predominantes na polpa do fruto e as sementes não podem ser consideradas fontes de aminoácidos essenciais, contudo apresentam ácidos graxos importantes para uma dieta saudável como o linoléico e oleico. A fruta apresentou teores intermediários de ácido ascórbico, antocianinas totais e carotenoides totais, quando comparada a outras frutas. Os solventes, etanol (90%) e água, foram os mais eficientes na extração de fenólicos totais e flavonoides totais e, na determinação da atividade antioxidante, em todos os métodos utilizados. A Capacidade de absorção do radical oxigênio - ORAC e o poder antioxidante de redução do ferro - FRAP foram os ensaios que apresentaram maior reprodutibilidade da atividade antioxidante da fruta e os que apresentaram correlações mais elevadas com os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais.

Palavras-chave: Cerrado. Desenvolvimento do fruto. Caracterização. Atividade antioxidante.

## GENERAL ABSTRACT

*Alibertia sessilis* Schum., also known as marmelada-de-cachorro, is a shrubby species from the Cerrado biome used for food and medicinal purposes. The objective of this work was to study the development of marmelada-de-cachorro by means of physical and chemical parameters; to physically and chemically characterize the ripe fruit and its fractions peel, pulp and seeds; and evaluate the *in vitro* antioxidant activity of the fruit using different solvent systems and determination methods. The period between anthesis and abscission of the marmelada-de-cachorro was of 72 days. Period marked by the fruit reaching final size, attractiveness and being fit for consumption, culminating in the highest anthocyanin content in the peel and pulp; high soluble solids and total sugars in the pulp, low acidity and a soft fruit. The fruits showed slightly rounded shape, high number of seeds, with high pulp yield. The fractions peel, pulp and seeds were highlighted due to their high levels of carbohydrates and soluble solid, low acidity, medium fiber content and absence and/or low levels of anti-nutritional factors. Glucose and fructose were the predominant sugars in fruit pulp. The seeds cannot be regarded as sources of essential amino acids, though presenting important fatty acids, such as linoleic and oleic acids, for a healthy diet. The fruit showed intermediate levels of ascorbic acid, anthocyanins and carotenoids when compared to other fruits. Solvent ethanol (90%) and water were the most efficient in extracting total flavonoids and total phenolics, as well as in determining antioxidant activity, in all methods. Oxygen Radical Absorbance Capacity - ORAC and Ferric Reducing Antioxidante Power - FRAP were the trials that showed higher reproducibility of the fruit's antioxidant activity, presenting higher correlations with the contents of total phenolics and total flavonoids.

Keywords: Cerrado. Fruit development. Characterization. Antioxidant activity.

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> ..... 13
<b>2.1</b>	<b>Cerrado</b> ..... 13
<b>2.2</b>	<b>Marmelada-de-cachorro (<i>Alibertia sessilis</i> Schum)</b> ..... 17
<b>2.3</b>	<b>Desenvolvimento e fisiologia da maturação</b> ..... 20
<b>2.4</b>	<b>Caracterização física e química</b> ..... 24
<b>2.5</b>	<b>Atividade antioxidante e compostos fenólicos</b> ..... 26
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 31
<b>SEGUNDA PARTE - ARTIGOS</b> ..... 41	
	<b>ARTIGO 1 Caracterização química e física de marmelada-de-cachorro durante o desenvolvimento</b> ..... 41
	<b>ARTIGO 2 Caracterização física e química do fruto marmelada-de-cachorro (<i>Alibertia sessilis</i> Schum.) e suas frações casca, polpa e sementes</b> ..... 65
	<b>ARTIGO 3 Atividade antioxidante (<i>in vitro</i>) de extratos de marmelada-de-cachorro (<i>Alibertia sessilis</i> Schum.)</b> ..... 93

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil, devido a sua localização geográfica e dimensão territorial, é um dos maiores repositórios de espécies nativas do mundo, possuindo importantes centros de diversidade genética, destacando-se o bioma do Cerrado, com área de 2,04 milhões de km<sup>2</sup>, equivalente a 22% do território nacional. Segundo maior bioma brasileiro, inferior apenas ao da Amazônia, com o qual faz limite ao norte, limitando-se a nordeste com a Caatinga, a sudeste com a Mata Atlântica e a sudoeste com o Pantanal, o Cerrado apresenta imensa riqueza natural faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais, estimada em cerca de 4 a 7 mil espécies vegetais e elevado número de aves, peixes, répteis e anfíbios. Porém, nas últimas décadas, este bioma tem sofrido com a exploração predatória, principalmente com a expansão das fronteiras agrícolas e pecuária, que já culminou com a remoção de quase metade da vegetação nativa existente, causando grandes prejuízos à sua biodiversidade, levando à extinção espécies e colocando em risco tantas outras.

A maioria das plantas nativas do cerrado ainda é desconhecida pela população brasileira, destacando-se sua utilização alimentar, medicinal, madeireira, tintorial, ornamental, corticeira e melífera, ainda que de forma insipiente, principalmente pelos povos nativos deste bioma brasileiro. A preservação do Cerrado pelo desenvolvimento sustentável, com o aproveitamento do potencial comercial de suas espécies nativas de forma racional e não predatória, está diretamente relacionado com a manutenção da biodiversidade deste ecossistema, além de proporcionar alternativas econômicas para a população desta região.

Dentre as espécies vegetais nativas, têm-se as frutíferas do Cerrado, há muito utilizadas como fonte alimentícia, medicinal e ornamental pelas populações tradicionais desta região e que têm despertado o interesse da comunidade científica e da indústria pela potencialidade do uso de seus frutos como alimento e como matéria-prima para o processamento industrial. A marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) é uma espécie frutífera da região do Cerrado, também conhecida como marmelinho-do-campo. Apresenta potencial ornamental, suas folhas e ramos são consumidos pelo gado, além de possuírem ação medicinal em afecções de pele. Seus frutos são muito apreciados por pássaros e utilizados pela população local para consumo *in natura* ou na elaboração de doces.

Poucos são os estudos relacionados ao desenvolvimento de frutíferas do cerrado, abordando aspectos como o crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. Conhecimentos estes, que geram informações relevantes para o estabelecimento de bases para a preservação das espécies, para a colheita apropriada, de métodos para o aproveitamento pós-colheita de seus frutos e futuras plantações de culturas comerciais. A caracterização da marmelada-de-cachorro ao longo do seu desenvolvimento e do fruto maduro pode fornecer subsídios para o entendimento de seu comportamento no campo e após a colheita, com vistas ao desenvolvimento e à adaptação de técnicas de conservação da fruta, a fim de minimizar perdas com o prolongamento de sua vida útil.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o desenvolvimento da marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) por meio de variáveis físicas e químicas; caracterizar física e quimicamente o fruto maduro e suas frações casca, polpa e semente; e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* da fruta utilizando diferentes sistemas de solventes e métodos de determinação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cerrado

O Brasil possui cinco áreas de grande abundância de flora e fauna, os biomas da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Cerrado (COUTINHO, 2006). Apontado como grande detentor de diversidade biológica e conhecido como a savana brasileira, sendo a formação savânica de maior diversidade vegetal do mundo, o cerrado brasileiro possui uma extensão de 2.038.953 km<sup>2</sup>, estendendo-se desde a fronteira da floresta Amazônica ao estado do Paraná, englobando 12 das 27 Unidades Federativas do Brasil: Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Piauí, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Tocantins e Paraná (Figura 1) (IBGE, 2010; SANO et al., 2007).



Figura 1 Distribuição do bioma cerrado no Brasil

Fonte: Sano et al. (2007).

Por outro lado, dados levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), para o relatório Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), mostraram que o cerrado teve sua cobertura vegetal reduzida a quase metade, para 1.052.708 km<sup>2</sup>, com área desmatada de 901.173 km<sup>2</sup> (44,20%) até 2002, e de 986.247 km<sup>2</sup> (48,37%) até 2008, sendo 85.074 km<sup>2</sup> (4,18% do total) destruídos entre 2002 e 2008. Os Estados que apresentaram, em termos absolutos, maior área desmatada entre 2002 e 2008 foram Mato Grosso (17.598 km<sup>2</sup>), Maranhão (14.825 km<sup>2</sup>) e Tocantins (12.198 km<sup>2</sup>) e, em termos relativos, Maranhão (6,99%), Bahia (6,12%) e Mato Grosso (4,90%); ocorrendo uma tendência de aumento das áreas desmatadas vindas do sul e sudeste (Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás) até 2002, indo para o norte e nordeste do Cerrado (Bahia, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão), no período entre 2002 e 2008.

O desmatamento do bioma cerrado é um problema inerente à forma de ocupação do solo. O esgotamento de terras nas regiões Sul e Sudeste associado à incentivos governamentais, à construção de rodovias e infra-estruturas, ao deslocamento da capital do país do Rio de Janeiro pra Brasília e ao baixo preço da terra, promoveram uma intensa ocupação de estados da região central do país. Esse movimento rural foi positivo para a economia do país, porém trouxe a conversão de grande parte do Cerrado em lavoura e pecuária (PIRES, 2000).

Esta transformação trouxe um alto custo ambiental, como consequência da fragmentação do ecossistema, perda da biodiversidade, invasão por espécies exóticas, erosão do solo, poluição de aquíferos e degradação do ambiente (BRANDON et al., 2005; KLINK; MACHADO, 2005).

Em estudo utilizando imagens de satélite, Machado et al. (2004), demonstraram que a taxa de conversão de vegetação nativa do cerrado brasileiro em pastagens ou lavouras varia entre 22.000 e 30.000 km<sup>2</sup>/ano, e que,

considerando esta taxa de ocupação, em 2030 não haverá áreas remanescentes de Cerrado, excetuando-se as unidades de conservação (Figura 2)

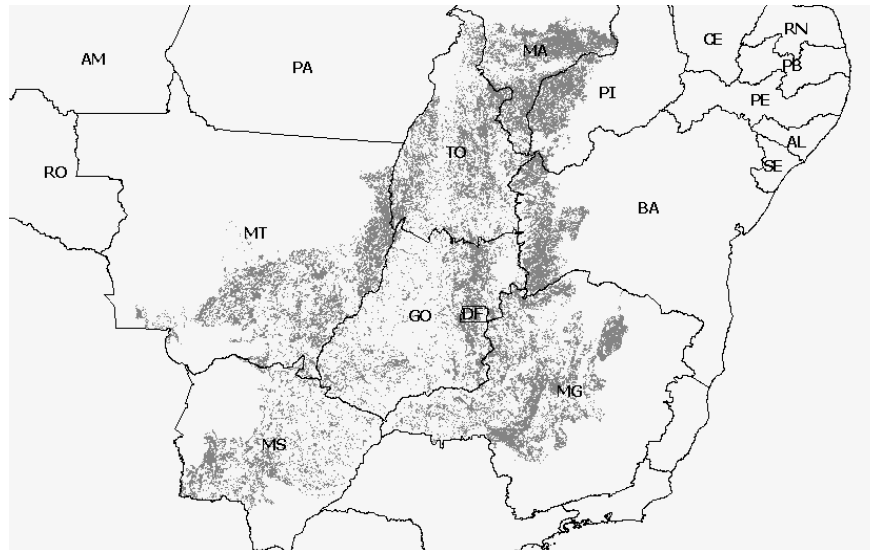


Figura 2 Áreas desmatadas do cerrado e blocos remanescentes de vegetação nativa

Fonte: Machado et al. (2004).

Este bioma apresenta duas estações bem definidas: a chuvosa (outubro a abril), com clima quente e úmido, e a seca (maio a setembro), no inverno, quando a umidade chega a atingir níveis inferiores a 20% (FERREIRA et al., 2003; SANO; ALMEIDA, 1998). A precipitação varia de 600 a 2.200 mm, com média de 1.500 mm anuais e temperatura variando entre 22°C e 27°C (ÁLVARES-DA-SILVA, 1996; KLINK; MACHADO, 2005).

Estima-se a existência de 5.000 a 7.000 espécies na biodiversidade vegetal do Cerrado, sendo 40% lenhosas. A flora predominante é constituída por 42% de plantas nativas, 58% de espécies acessórias (vindas de outras formações vegetais) e 11% de repetições (espécies que ocorrem em mais de um tipo de formação) (RIZZINI, 1971). Cerca de cinquenta e oito espécies frutíferas são

conhecidas e utilizadas pela população, resultando em um mercado potencial e emergente para as frutas nativas do Cerrado. Grande quantidade destas frutas nativas tem sido comercializada em feiras livres, mercados, frutarias e nas margens das rodovias a preços competitivos e com grande aceitação popular (SILVA et al., 2001; AVIDOS; FERREIRA, 2000; RIBEIRO; WALTER, 1998).

A diversidade de ambientes encontrada no Cerrado é singular, enriquecida pelo constante contato biológico com os biomas vizinhos, caracteriza-se por solos geralmente ácidos e de baixa fertilidade natural (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004). Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, apresenta surpreendente variabilidade de espécies, com mais de 40 tipos de paisagens, dentre esses o cerrado, o cerradão, o campo limpo, o campo sujo, a vereda, a mata de galeria e a mata calcárea. Essa vegetação, ainda pouco estudada, apresenta grande potencial alimentar, madeireiro, combustível, agroindustrial, forrageiro, medicinal e ornamental, contudo, não são cultivadas e a obtenção de seus frutos é feita de forma extrativista e predatória. Sendo assim, uma alternativa para a preservação do Cerrado seria a exploração econômica dos frutos nativos, por meio de atividades produtivas com menor impacto ambiental (AVIDOS; FERREIRA, 2000).

Das espécies com potencial de utilização agrícola, na região do Cerrado, destacam-se as frutíferas. São dezenas de espécies de diferentes famílias que produzem frutos comestíveis, com formas variadas, cores atrativas e sabor característico (DUARTE, 1998). As frutíferas nativas ocupam lugar de destaque no ecossistema do cerrado e seus frutos já são comercializados em feiras, com grande aceitação popular. Apresentam sabores *sui generis* e elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais, podendo ser consumidos *in natura* ou na forma de doces, geléias, sucos, sorvetes e outros (MANCIN, 2002).

Os frutos do Cerrado mais utilizados na alimentação pelas populações tradicionais são o bureré (*Brosimum gaudichaudii* Trec), o baru (*Dipteryx alata* Vog.), o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), o marmelo (*Alibertia edulis* A. Rich.), o araticum (*Annoma crassiflora* Mart), o caju (*Anacardium spp.*), o ingá (*Ingá uruguenses*), a mangaba (*Hancornia speciosa*), o murici (*Byrsomima sp.*) e o maracujá nativo (*Passiflora sp.*) (REGONATO; ALMEIDA, 2003).

## **2.2 Marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum)**

*Alibertia sessilis* Schum., popularmente conhecida como marmelada-de-cachorro, marmelo, marmelada-preta, marmelinho-do-campo, marmelo-do-cerrado, pertence à família das Rubiáceas (BARREIRO;MACHADO, 2007; DALPONTE; LIMA, 1999; GUARIM NETO; MORAIS, 2003).

Rubiaceae é a quarta família botânica entre as angiospermas, possuindo aproximadamente 650 gêneros e 12.000 espécies distribuídas amplamente por todo o mundo, sendo a maioria encontrada na região dos trópicos, apresentando hábitos bastante variados como árvores, arbustos, lianas, ervas, epífitas e raras aquáticas (DELPRETE, 2004; MABBERLEY, 1993). Nos neotrópicos, é a maior família, com cerca de 200 gêneros e 5.000 espécies e no Brasil, ocorrem cerca de 130 gêneros e 1.500 espécies, sendo considerada uma das principais famílias da flora brasileira (DELPRETE, 2004; SOUZA; LORENZI, 2005). No Cerrado possui uma riqueza de 376 espécies, além de ser considerada a sétima família mais rica deste bioma (SANO; ALMEIDA, 1998).

A marmelada-de-cachorro é uma espécie arbustiva de importância frutífera e medicinal no bioma Cerrado; sua madeira é empregada para lenha e carvão, suas folhas são consumidas por bovinos e juntamente com seus ramos são utilizadas na forma de cataplasma, compressa ou banho no tratamento de afecções da pele; e seus frutos além de comestíveis, são muito apreciados por

pássaros da região (ALMEIDA et al., 1998; GUARIM NETO; MORAIS, 2003; LORENZI, 2002; RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

Planta dotada de copa baixa, chegando a atingir de 3 a 4 metros de altura, é característica e exclusiva das matas ciliares de cerrados e campos cerrados, apresenta potencial ornamental, podendo ser aproveitada para reflorestamentos visando à recuperação de áreas degradadas (Figura 3) (LORENZI, 2002; MARTIM et al., 1987). Estudo realizado entre os anos de 1994 e 1998 quanto a mudanças florísticas e estrutura de floresta na região do Triângulo Mineiro – MG mostrou que a espécie *Alibertia sessilis* Schum. apresentou um aumento de 70% do seu valor de cobertura, passando de uma densidade de 20,5 indivíduos/ha em 1994 para 32,1 indivíduos/ha em 1998, isto devido a sua alta taxa de recrutamento (WERNECK et al., 2000). A taxa de recrutamento de uma espécie é a manifestação da fecundidade, crescimento e sobrevivência de plantas juvenis dessa espécie na população (SWAINE et al., 1987).



Figura 3 Árvore de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)

Fonte: Arquivo pessoal.

A espécie apresenta frutos que amadurecem entre novembro e fevereiro, de formato ovóide, globulosos, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, epicarpo de coloração atropurpúreo (negro-violáceo), mesocarpo carnoso, com polpa de coloração castanho-esverdeada escura contendo numerosas sementes (Figuras 4 e 5) (APPROBATO; GODOY, 2006; DALPONTE; LIMA, 1999; MATHEUS et al., 2008; MARTIM et al., 1987). Seus frutos, normalmente consumidos *in natura* e com casca e semente, são usados no preparo de tortas, doces, sucos e refrescos pela população local (ALMEIDA et al., 1998; MARTIM et al., 1987).



Figura 4 Fruto imaturo e maduro de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 5 Aspectos morfológicos do fruto de *Alibertia sessilis* Schum.

Legenda: epi = epicarpo; mes = mesocarpo e sem = semente.

Fonte: Matheus et al. (2008).

### 2.3 Desenvolvimento e fisiologia da maturação

Estudos que envolvam o desenvolvimento e fisiologia da maturação de espécies do cerrado são importantes para a geração de informações que levem à aplicação de técnicas de preservação das espécies, tanto no seu hábitat natural como em culturas comerciais, de modo a evitar o extrativismo predatório; permitindo estabelecer bases para a colheita apropriada e métodos tecnológicos adequados para o aproveitamento de seus frutos com conseqüente diminuição de perdas pós-colheita (ÁVIDOS; FERREIRA, 2000; RODRIGUES, 2005; SILVA, 2008).

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, de modo que muitos destes processos se interrelacionam nessas fases, dificultando a clara distinção entre as mesmas (Figura 6) (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WATADA et al., 1984).

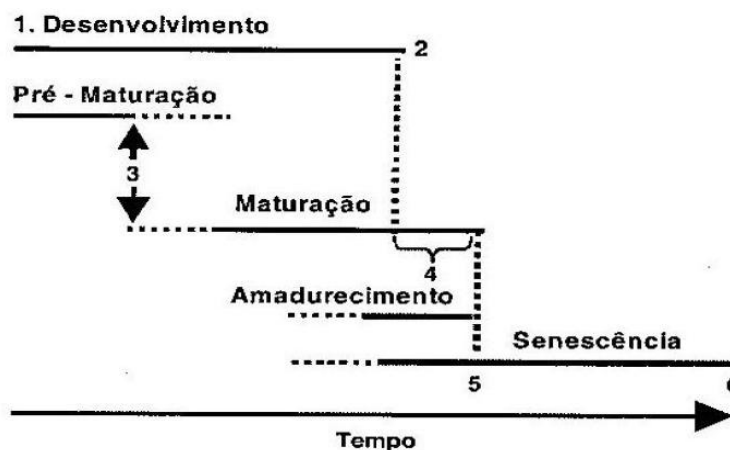


Figura 6 Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos. 1) Início da formação da polpa; 2) Término do crescimento em tamanho; 3) Início do período de consumo, mas, ainda imaturo; 4) Período ótimo de consumo; 5) Predominância de reações degradativas e 6) Não utilizável para consumo

Fonte: Ryall e Lipton (1979) citado por Chitarra e Chitarra (2005).

O crescimento é definido como a etapa do desenvolvimento do fruto, marcado por um período de rápida divisão e alongamento celular, na qual ocorre o incremento irreversível nos atributos físicos como aumento de peso, volume, diâmetro, comprimento, cavidade ovariana e espessura de polpa desse órgão (BERILLI et al., 2007).

A maturação é uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível, podendo ser retardada com o uso de meios adequados. Ocorre antes que seja atingido o seu desenvolvimento completo do fruto, independentemente da planta mãe, não ocorrendo mais aumento no seu tamanho. Normalmente, os frutos são colhidos

nesse estágio, após o qual, vivem utilizando-se dos substratos acumulados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amadurecimento é a fase em que os frutos se tornam palatáveis e comercialmente atrativos em função das mudanças que ocorrem na coloração, textura, concentração de açúcares e compostos aromáticos, na acidez e nos compostos fenólicos, decorrentes do aumento da atividade enzimática, e em frutos climatéricos, estão associadas a mudanças na atividade respiratória e biossíntese do etileno (KAYS, 1997; VENDRELL; PALOMER, 1997).

A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, em especial hemiceluloses e pectinas, gera alterações na parede celular levando ao amolecimento da polpa. Outros processos, em menor extensão, também podem levar ao amolecimento dos frutos, como a degradação do amido e perda excessiva de água. A atividade de enzimas, como as poligalacturonases e/ou celulases, é responsável pela degradação das paredes celulares, tendo as atividades aumentadas com o início do amadurecimento e senescência (MARTÍNEZ-TÉLLEZ et al., 1998; TUCKER, 1993).

Nos vegetais são encontrados pigmentos pertencentes a quatro classes principais: carotenóides, antocianinas, clorofilas e betalaínas. Estes pigmentos estão localizados nos plastos, vacúolos e líquido citoplasmático das células (FERNANDES; SOUZA, 2001). Os carotenóides estão presentes como ésteres de xantofila e caroteno, responsáveis pela cor amarela das frutas maduras; as antocianinas conferem as cores vermelha e violeta; a clorofila é o pigmento responsável pela cor verde, transformando-se facilmente em feofitina de cor marrom, quando submetida ao aquecimento, as betalaínas são pigmentos que conferem a cor vermelha à beterraba e pitaia (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A degradação da clorofila é o processo predominante na mudança de cor dos frutos, que ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (WILLS et al., 1998). No geral, frutos esverdeados são indicativos de frutos insípidos, muito ácidos e/ou pouco doces (VILAS BOAS, 2002). As frutas, no ponto adequado de maturação, apresentam cor firme, uniforme e atraente (FERNANDES; SOUZA, 2001).

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários das vias metabólicas e estão diretamente envolvidos no crescimento, maturação, amadurecimento e senescência dos frutos. Seus teores, com poucas exceções (banana e abacaxi), tendem a diminuir com o amadurecimento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares nos frutos. Sendo o período do amadurecimento de intensa atividade metabólica, os ácidos orgânicos também podem constituir uma eficiente reserva energética dos frutos, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (CLEMENTS, 1964; ULRICH, 1970; VILAS BOAS, 2002).

Uma vez iniciado o amadurecimento, têm seguimento os processos de senescência, período subsequente ao desenvolvimento do fruto, no qual os processos anabólicos diminuem, havendo predominância dos processos catabólicos, que são responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos. As principais alterações fisiológicas que ocorrem na senescência dos frutos são a perda das características do aroma e sabor, por redução nos teores de açúcares e ácidos; aumento da transpiração com murchamento e perda da textura; perda de massa, devido ao efeito combinado da respiração e da transpiração; e redução no valor nutritivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SALUNKHE; DESAI, 1984).

## 2.4 Caracterização física e química

Assim como a marmelada-de-cachorro, muitos frutos do cerrado apresentam seu consumo limitado à população local, por meio de obtenção essencialmente extrativista, não sendo corriqueiro a oferta destas frutas em mercados populares e feiras livres e o comércio, no que se refere à sua utilização como alimento, é praticamente inexistente (RODRIGUES, 2010). Informações a respeito das características físicas e químicas, do valor nutritivo e funcional de frutos do cerrado são ferramentas básicas para incentivar o consumo e a formulação de novos produtos, pois o conhecimento das características físicas, dos macronutrientes, dos micronutrientes e dos compostos antioxidantes existentes nesses frutos possibilita melhor indicação de seu consumo e utilização na indústria alimentícia. No entanto, poucos dados estão disponíveis na literatura especializada com relação à caracterização física e química destes frutos e sua aplicação tecnológica, ressaltando a necessidade de pesquisas científicas sobre o assunto (SILVA et al., 2008).

O reconhecimento da alimentação saudável na manutenção da qualidade de vida trouxe consigo crescente busca por alimentos com alto valor nutricional, acessíveis à população. A utilização de alimentos alternativos para o combate à fome é assunto que recebe especial atenção no Brasil, nos últimos anos, especialmente pelos altos índices de desnutrição observados. Nesse sentido, cascas, sementes, talos e partes tradicionalmente descartadas dos alimentos tendem a ser incorporadas à dieta, uma vez que essas podem apresentar mais nutrientes que a parte tradicionalmente consumida. Com isso, a procura por fontes alternativas de alimentos tem sido tópico de pesquisas extensivas nas últimas décadas (QUEIROZ et al., 2012).

A caracterização física tais como tamanho, massa e rendimento em polpa, fornece importantes subsídios para o adequado manuseio e

acondicionamento de frutos, além de dados para programas de melhoramento genético da espécie e, em fase mais avançada de exploração comercial, na agroindústria, auxiliam no dimensionamento de máquinas e equipamentos, contribuindo para o uso adequado e melhor aplicação de métodos tecnológicos para o aproveitamento integral dos frutos (OLIVEIRA et al., 2009; ROCHA et al., 2013).

A composição centesimal de um alimento, exprime de forma básica o valor nutritivo e o valor calórico, bem como a proporção de componentes em que aparecem, em 100 g do produto considerado, os grupos homogêneos de substâncias dos alimentos. É conhecida por meio de análises químicas de determinação dos teores de umidade ou substâncias voláteis a 105 °C, cinza ou resíduo mineral fixo, lipídios (extrato etéreo), protídeos (N x fator de correção), glicídios e fibra (MORETTO et al., 2002).

O teor de sólidos solúveis, constituídos, principalmente, por açúcares e ácidos orgânicos, é de grande importância em frutos, tanto para consumo *in natura* como para o processamento industrial, uma vez que estes compostos são responsáveis pelo sabor e pela conseqüente aceitação do fruto pelos consumidores (FIGUEIREDO, 2000).

A avaliação de pH em frutas é importante para as avaliações de deterioração do alimento pelo crescimento microbiano, atividade enzimática, retenção de sabor-odor de produtos derivados, estabilidade de corantes artificiais e/ou naturais em produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas e escolha da embalagem (CECCHI, 2003).

Ácidos orgânicos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade de frutas e estão diretamente relacionados com a acidez em frutas. A acidez pode ser utilizada, em conjunto com os açúcares, como ponto de referência do grau de maturação de frutos. A quantificação de açúcares individuais (glicose, frutose e sacarose) é importante quando se

objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante desses açúcares é variado e aumenta na sequência glicose:sacarose:frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O conhecimento da presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, que possam afetar o valor nutricional de frutas e hortaliças se faz cada vez mais necessário, uma vez que estes compostos podem provocar efeitos fisiológicos adversos e/ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes (BENEVIDES et al., 2011; SILVA; SILVA, 2000). Como fatores antinutricionais tem-se, por exemplo, os taninos que tem habilidade em precipitar proteínas, os fitatos que podem formar complexos com proteínas e minerais e, os inibidores de tripsina que, quando presentes no trato intestinal, inibem a ação da tripsina, que é responsável pela digestão das proteínas, levando a um aumento na produção enzimática pelo pâncreas e à hipertrofia deste órgão (BENEVIDES et al., 2011; CARVALHO et al., 2002).

Informações sobre alimentos não convencionais, ainda, são bastante escassas e, neste contexto, a avaliação física e química de frutas nativas do cerrado podem contribuir para agregar valor e potencializar o uso comercial e industrial destas frutas como, também, para a preservação deste bioma (ALVES et al., 2013).

## **2.5 Atividade antioxidante e compostos fenólicos**

O Brasil possui grande número de espécies frutíferas nativas e exóticas com potencial para o consumo *in natura* e para a agroindústria, além de provável fonte de renda para populações locais. Esses frutos representam uma oportunidade para produtores locais de ganhar acesso aos mercados especiais, nos quais os consumidores dão ênfase à presença de nutrientes capazes de prevenir doenças degenerativas (ALVES et al., 2008).

Pesquisas apontam a relação entre o consumo regular de frutas e hortaliças e a redução da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis como câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares (DUTHIE et al., 2000; HINNEBURG et al., 2006). A proteção que esses alimentos oferecem contra enfermidades degenerativas têm sido atribuída a vários compostos naturalmente presentes em alimentos de origem vegetal como ácido ascórbico, carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos, os quais têm demonstrado eficaz atividade antioxidante em sistemas modelos (FU et al., 2011; HUBER et al., 2009; KEDAGE et al., 2007; MANACH et al., 2004; RUFINO et al., 2010).

Um antioxidante pode ser definido como uma molécula que retarda, impede ou elimina danos oxidativos a uma molécula-alvo ou, ainda, como uma molécula que, quando presente em baixas concentrações quando comparado com aquelas do substrato oxidável, retarda ou inibe significativamente a oxidação do substrato (HALLIWELL, 2007; KHLEBNIKOV et al., 2007).

A oxidação em sistemas biológicos ocorre pela ação de radicais livres no organismo, sendo estes, moléculas muito reativas devido a presença de elétron isolado, livre para se ligar a qualquer outro elétron e, conseqüentemente, causar danos aos tecidos pela reação com lipídios das membranas celulares, nucleotídeos do DNA e ligações sulfidril com proteínas (MACHLIN; BENDICH, 1987). Defesas antioxidantes endógenas, apesar de serem eficientes, muitas vezes são insuficientes, fazendo com que antioxidantes obtidos por meio da dieta sejam importantes para a manutenção do equilíbrio redox; destacando-se como antioxidantes não enzimáticos, principalmente, as vitaminas C e E, os carotenoides, como o  $\beta$ -caroteno e licopeno, e os compostos fenólicos como flavonóis e antocianinas (BOUAYED; BOHN, 2010; CAROCHO; FERREIRA, 2013).

Os compostos fenólicos são os principais grupos de metabólitos secundários produzidos pelas plantas, em resposta a estresses causados por

fatores edafoclimáticos ou mesmo por agressores, como insetos, microrganismos, entre outros (KEUTGEN; PAWELZIK, 2007). São substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas, sendo os principais grupos fenólicos: os flavonoides, ácidos fenólicos e polifenóis (taninos). Flavonoides são classificados em flavanonas, flavonas, flavonóis (catequinas), dihidroflavonóis, isoflavonas e antocianinas (LEE et al., 2005). A atividade antioxidante atribuída à compostos fenólicos, como os flavonoides, se deve ao fato de atuarem como doadores de hidrogênio e em quelar metais, reduzindo o risco de patologias decorrentes da ação destes (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

Compostos fenólicos são constituintes importantes presentes em diversas frutas e hortaliças, sendo que a quantificação dessas substâncias pode revelar informações a respeito da atividade antioxidante, qualidade do alimento e de seus potenciais benefícios à saúde. Vários são os estudos realizados com o intuito de determinar a composição fenólica de frutas, inclusive frutas não tradicionais como as dos biomas cerrado e amazônico, uma vez que, estes compostos têm sido associados à atividade antioxidante em frutas, juntamente com o ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol e carotenóides (NEVES et al., 2012; ROCHA et al., 2013; ROESLER et al., 2007; RUFINO et al., 2010).

A complexidade e diversidade estrutural de compostos fenólicos dificulta a sua determinação quantitativa e vários métodos têm sido utilizados para determinação do conteúdo destes compostos em extratos de plantas. O ensaio mais conhecido para a determinação do conteúdo de compostos fenólicos de extratos utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu, o qual consiste do ácido fosfotúngstico-fosfomolibdico que reage com os compostos fenólicos, em condições alcalinas, ocorrendo dissociação de um próton fenólico levando à formação do ânion fenolato capaz de reduzir o reagente, formando o complexo

azul de molibdênio que pode ser quantificado espectrofotometricamente a 765 nm (BLAINSKI et al., 2013; HUANG et al., 2005; GENOVESE et al., 2003).

As metodologias para a determinação da atividade antioxidante são numerosas e podem sofrer várias interferências, com isto, preconiza-se a utilização de duas ou mais técnicas, uma vez que nenhum ensaio empregado isoladamente para determinar a capacidade antioxidante irá refletir exatamente a "atividade antioxidante total" de um extrato vegetal (HUANG et al., 2005; PRIOR et al., 2005). Em vista da alta complexidade envolvida na ação antioxidante *in vivo*, diversas metodologias *in vitro* têm sido empregadas para estimar, de forma experimental, a capacidade antioxidante de compostos naturais tais como os fenólicos. Entre as metodologias de determinação da atividade antioxidante *in vitro*, destacam-se os ensaios de determinação da capacidade de redução dos radicais DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e ABTS•<sup>+</sup> (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), o de poder antioxidante de redução do ferro (FRAP - *Ferric Reducing Antioxidante Power*) e o da capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC - *Oxygen Radical Absorbance Capacity*).

O ensaio DPPH• é largamente utilizado por se tratar de um método simples e de alta sensibilidade baseando-se no princípio de que o antioxidante é o doador de hidrogênio. O DPPH• é um ensaio colorimétrico, no qual existe a mudança da cor púrpura para amarelo na presença de antioxidantes, a qual pode ser lida espectrofotometricamente a 517nm (NIKI, 2010). Enquanto o ensaio de ABTS•<sup>+</sup> envolve a oxidação inicial do 2,2-azinobis [3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato] para um radical cátion intensamente colorido, o ABTS•<sup>+</sup>, que na presença de antioxidantes, perde essa coloração. É muito utilizado para testar extratos de alimentos, já que o ABTS•<sup>+</sup> tem uma absorção máxima em 734 nm e a maioria dos extratos de alimentos são altamente coloridos, mas não absorvem

luz a 734 nm, podendo ser utilizado, ainda, para sistemas aquosos ou lipofílicos (CAROCHO; FERREIRA, 2013; RE et al., 1999).

A metodologia de FRAP consiste na avaliação da redução do complexo  $\text{Fe}^{3+}$ -TPTZ (ferritripiridiltriazina) [2,4,6-tri(2-piridil)- 1,3,5-triazina] a ferrosotripiridiltriazina ( $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ) por redutores, no caso, os antioxidantes, em valor de pH baixo. Baseia-se no fato de que a habilidade de um composto em produzir  $\text{Fe}^{2+}$  a partir de  $\text{Fe}^{3+}$  define sua força antioxidante. O complexo  $\text{Fe}^{2+}$ -TPTZ tem uma cor azul intensa e pode ser monitorado, a 593 nm, em espectrofotômetro (ROCKENBACH et al., 2008; VANCONCELOS et al., 2007).

Já o método de capacidade de absorção do radical oxigênio, ou ORAC, avalia a capacidade sequestradora de um antioxidante frente à formação de um radical peroxila induzido pelo 2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidroclorato (AAPH) a 37 °C. O radical peroxila reage com um composto fluorescente (fluoresceína) formando um produto não fluorescente, e o efeito protetor de um antioxidante é verificado calculando-se a área formada abaixo da curva de decaimento da fluorescência da amostra no tempo, quando comparada ao branco, que não apresenta antioxidantes (OU et al., 2001).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.

ÁLVARES-DA-SILVA, O. **Ecologia Evolutiva de um Cerrado Sensu Strictu do Parque Nacional das Emas**. 1996. 128f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. 1996.

ALVES, A.M. et al. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 837-844, 2013.

ALVES, D.E. et al. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: a case study with acerola. **Acta Horticulturae**, v. 773, p. 299-305, 2008.

APPROBATO, A.U.; GODOY, S.A.P. Levantamento de diásporos em áreas de cerrado no município de Luiz Antônio, SP. **Hoehnea**, v. 33, n. 3, p. 385-401, 2006.

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos Cerrados: Preservação gera muitos frutos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, n. 15, p. 36-41, 2000.

BARREIRO, D.P.; MACHADO, S.R. Coléteres dendróides em *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum: uma espécie não-nodulada de Rubiaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 387-399, 2007.

BENEVIDES, C.M.J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

BERILLI, S.S. et al. 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**, v. 29, n. 1, p. 11-14, 2007.

BLAINSKI, A.; LOPES, G.C.; MELLO, J.C.P. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the Total Phenolic Content from *Limonium Brasiliense* L.. **Molecules**, v. 18, n. 6, p. 6852-6865, 2013.

BOUAYED, J.; BOHN, T. Exogenous antioxidants—Double-edged swords in cellular redox state. Health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 3, n. 4, p. 228-37, 2010.

BRANDON, K. et al. Challenges and opportunities in Brazilian conservation. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 595-600, 2005.

CAROCHO, M.; FERREIRA, I.C. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. **Food and Chemical Toxicology**, v. 51, p. 15–25, 2013.

CARVALHO, M.R.B., et al. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 3, p. 267-272, 2002.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 2003. 208p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: FAEPE, 2005.

CLEMENTES, R. L. Organic acids in citrus fruits. I. Varietal differences. **Journal of Food Science**, v. 29, n. 2, p. 276-280, 1964.

COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

DALPONTE, J.C.; LIMA, E.S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora - Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 325-332, 1999.

DELPRETE, P.G. Rubiaceae. In: N. Smith et al. (Eds.). **Flowering Plants of the Neotropics**. Bronx, USA: The New York Botanical Garden, 2004.

DUARTE, L. M. G. Globalização, agricultura e meio ambiente: o paradoxo de desenvolvimento dos cerrados. In: DUARTE, L. M. G.; BRAGA, M. L. S. **Tristes cerrados**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p. 11-26.

DUTHIE, G.G.; DUTHIE, S.J.; KYLE, J.A.M. Plant polyphenols in cancer and heart disease: implications as nutritional antioxidants. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 79-106, 2000.

FERNANDES, P. H. S.; SOUZA, S. D. O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal**: processamento de frutas e hortaliças. Uberlândia: Senai, 2001. p. 89-99.

FERREIRA, L.G. et al. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: an analysis within the large scale biosphere atmosphere experiment in Amazônia (LBA). **Remote Sensing of the Environment**, v. 87, n. 4, p. 534-550, 2003.

FIGUEIREDO, R.W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP 76 submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio**. 2000. 154 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2000.

FU, L. et al. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, v. 129, p. 345-350, 2011.

GENOVESE, M.I. et al. Determinação de conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 3, p. 67-69, 2003.

GUARIM NETO, G.; MORAIS, R.G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4 p. 561-584, 2003.

HALLIWELL, B. Biochemistry of oxidative stress. **Biochemical Society Transactions**, v. 35, p. 1147–1150, 2007.

HINNEBURG, I.; DAMIEN, H.J.; RAIMO, H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

HUBER, L.S; HOFFMANN-RIBANI, R.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Quantitative variation in Brazilian vegetable sources of flavonols and flavones. **Food Chemistry**, v. 113, n. 4, p. 1278-1282, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. 2010. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>  
Acesso em: 10 jul. 2014.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plants products**. Athens: Avi, 1997, 532 p.

KEDAGE, V.V. et al. A study of antioxidant properties of some varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 175-185, 2007.

KEUTGEN, A.J.; PAWELZIK, E. Modifications of Strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 4066- 4072, 2007.

KHLEBNIKOV, A.I. et al. Improved quantitative structure–activity relationship models to predict antioxidant activity of flavonoids in chemical, enzymatic, and cellular systems. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 15, p. 1749–1770, 2007.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

LEE, S.J. et al. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum*) and thyme leaves (*Thymes vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, p. 131-137, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. v. 2. 368p.

MABBERLEY, D.J. **The Plant-Book: a portable dictionary of the higher plants**. New York: Cambridge University Press, 1993.

MACHADO, R.B. et al. Estimativas de perda de área do Cerrado Brasileiro. Conservation International do Brasil, Brasília, **Relatório Técnico**, 2004.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MACHLIN, L.J.; BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidants nutrients. **The FASEB Journal**, v. 1, n. 6, p. 441-445, 1987.

MANCIN, R. C. Pior sem ela: a lei protege o patrimônio genético. **Galileu**, n. 137, p. 26-37, 2002.

MARTIM, F. W.; CAMPBELL, C. W.; RUBERTÉ, R. M.; **Perennia edible fruits of the tropics: an inventory**. U.S. Department of Agriculture Handbook, 1987. n. 642. 252 p.

MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M. A. Atividade poligalacturonasa e firmeza em frutos de calabaza zucchini (*Cucurbita pepo* L.) armazenados a baixas temperaturas. **Revista Iberoamericana Tecnologia Postcosecha**, v. 1, n. 1, p. 70-74, 1998.

MATHEUS, M.T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S.A.S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo - *Alibertia sessilis* Schum. – (Rubiácea). **Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 60-61, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Programa nacional de conservação e uso sustentável do bioma cerrado**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <<http://cerradobrasil.cpac.embrapa.br>>. Acesso em: 6 jun. 2014.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 411-424, 2004.

MORETTO, E; et al. **Introdução a ciência dos alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002. 254p.

NEVES, L.C. et al. Characterization of the antioxidant capacity of natives fruits from the brazilian amazon region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1165-1173, 2012.

NIKI, E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 49, p. 503–515, 2010.

OLIVEIRA, M.E.B. et al. Caracterização física de frutos do pequiheiro nativos da Chapada do Araripe, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1196-1201, 2009.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R.L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4619-4626, 2001.

PIRES, M.O. Programas agrícolas na ocupação do cerrado. **Sociedade e Cultura**, v. 3, n. 1 e 2, p. 111-131, 2000.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4290-4302, 2005.

QUEIROZ, E.R.; ABREU, C.M.P.; OLIVEIRA, K.S. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1174-1179, 2012.

RE, R.; PELLEGRINI, N. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 98, p. 1231-1237, 1999.

REGONATO, V.D.; ALMEIDA, M.D.A. **Singularidade do cerrado: Interrelação das populações tradicionais com as fitofisionomias**. Observatório Geográfico de Goiás. 2003. Disponível em: <[https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/Dias\\_valney\\_rigonato\\_singularidade\\_cerrado.pdf](https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/Dias_valney_rigonato_singularidade_cerrado.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2014.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 87-166.

RIZZINI, C. T. Árvores e arbustos do cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 38, p. 63-77, 1971.

ROCHA, M.S.; FIGUEIREDO, R.W.; ARAÚJO, M.A.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.

ROCKENBACH, I.I. et al. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades *Tannat* e *Ancelota*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 238-244, 2008.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

RODRIGUES, L.J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 102-123, 2001.

RUFINO, M.S.M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton, RCR, 1984. v. 1, 168p.

SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado**: ambiente e flora. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998.

SANO, E.E. et al. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma cerrado**: estratégias e resultados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 33p. (Documentos 190).

SILVA, E.P. **Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado**: marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabioba (*Campomanesia pubescens*). 2008. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2008.

SILVA, M.R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, D. B. et al. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas - Revisão. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2000.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, n. 4, p. 331-345, 1987.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman e Hall, cap. 1, p. 2-51, 1993.

ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A. C. **The biochemistry of the fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. p. 305-358

VASCONCELOS, S.M.L. et al. Espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química nova**, v. 30, n. 5, p. 1353-1338, 2007.

WATADA, A.E. et al.G.L. Terminology for the description os developmental stages of horticultural crops. **HortScience**, v. 19, n. 1, p. 20-21, 1984.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 401-413, 2000.

WILLS, R. et al. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240 p.

VENDRELL, M.; PALOMER, X. Hormonal controlo of fruit ripenning in climacteric fruits. **Acta Horticulturae**, n. 463, p. 325-334, 1997.

VILAS BOAS, E.V.B. **Qualidade de Alimentos Vegetais**. Lavras: UFPA/FAEPE, 2002.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS****ARTIGO 1 Caracterização química e física de marmelada-de-cachorro durante o desenvolvimento**

FERNANDA SALAMONI BECKER<sup>1</sup>, CLARISSA DAMIANI<sup>2</sup>, ELLEN CAROLINE SILVÉRIO VIEIRA<sup>3</sup>, THAYS LORRAYNE LAVRINHA E SILVA<sup>3</sup>, EDUARDO VALÉRIO DE BARROS VILA BOAS<sup>4</sup>

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura - ISSN: 0100-2945, sendo apresentado segundo normas de publicação da revista.**

---

<sup>1</sup> Engenheira de Alimentos, Doutoranda em Ciência dos Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras - UFLA, CP 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil, e-mail: fsb.fernanda@hotmail.com, bolsita CNPq.

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, Doutora, Professora da Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia - GO, Brasil, e-mail: damianiclarissa@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheira de Alimentos, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia-GO, Brasil, e-mail: ec.sv@hotmail.com; thays\_lorrayne@hotmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, Brasil, e-mail: evbvboas@dca.ufla.br

**RESUMO** - A marmelada-de-cachorro é uma espécie arbustiva de importância alimentícia e medicinal no bioma Cerrado. A planta apresenta frutos bacóides, com polpa suculenta, de coloração negro-violáceo (atropurpúreo), muito apreciados por pássaros e consumidos *in natura* ou na forma de doces e geleias pela população local. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a marmelada-de-cachorro, ao longo do seu desenvolvimento, por meio de análises físicas e químicas. Os frutos foram coletados em pomar experimental, com espécies frutíferas nativas do cerrado, na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, em intervalos de 10 dias, a partir da antese até a maturação completa. A floração da marmelada-de-cachorro iniciou-se no final do mês de agosto de 2012 e o ápice do evento foi no mês de setembro; sua frutificação inicial ocorreu no mês de outubro, sendo dezembro o período ideal para coleta. O ciclo de desenvolvimento da marmelada-de-cachorro, da floração até a colheita, compreendeu um período de 72 dias. Durante este período, houve incremento nos valores de massa, diâmetros transversal e longitudinal, valor  $a^*$ , pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares totais e pectina solúvel, seguindo padrão sigmoidal simples. Observou-se, também, redução nos valores de acidez titulável, valor  $b^*$ , clorofila total e carotenóides totais; e oscilação do valor  $L^*$ , firmeza, pectina total e amido.

**Termos para indexação:** *Alibertia sessilis* Schum., frutos do cerrado, fisiologia pós-colheita, crescimento do fruto, maturação.

#### **PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF MARMELADA-DE-CACHORRO FRUIT DURING ITS DEVELOPMENT**

**ABSTRACT** - Marmelada-de-cachorro is shrubby specie of food and medicinal importance in the Cerrado biome. The plant has bacóides fruits, with juicy pulp, black-violet color, very appreciated by birds and consumed raw or in the form of

jams and jellies by the local population. The objective of this study was to characterize the marmelada-de-cachorro, throughout its development, through physical and chemical analysis. Fruits were collected in an experimental orchard, with native fruits of the savanna brazilian, in the School of Agronomy, Federal University of Goiás, Goiânia-GO, in 10-day intervals, from anthesis to complete maturation. The flowering of marmelada-de-cachorro began at the end of August of 2012 and the event peaked in September; its initial fruiting occurred in October, and December was the ideal period for collection. The development cycle of marmelada-de-cachorro, flowering to harvest, comprised a period of 72 days. During this period, there was an increase in mass, length and width,  $a^*$  value, pH, soluble solids, ratio soluble solids/titratable acidity, total sugars and soluble pectin, by following simple sigmoidal pattern. There was decreased in the titratable acidity values, the  $b^*$  value, chlorophyll and carotenoids; and oscillation of the  $L^*$  value, firmness, total pectin and starch.

**Index terms:** *Alibertia sessilis* Schum., savanna fruit, postharvest physiology, fruit growth, maturation.

## INTRODUÇÃO

*Alibertia sessilis* Schum., popularmente conhecida como marmelada-de-cachorro, pertence à família das Rubiáceas e está distribuída nos estados do Ceará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e São Paulo (SILVA et al., 2006). É uma espécie de importância frutífera e medicinal no bioma Cerrado, cuja madeira é empregada para lenha e carvão, as folhas são consumidas por bovinos e, juntamente com os ramos, são utilizadas na forma de cataplasma, compressa ou banho no tratamento de afecções da pele; e os frutos, além de comestíveis, são muito apreciados por pássaros da região (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 2002). Apresenta frutos que amadurecem entre novembro

e fevereiro, de formato bacóide, com 1,5 à 3,0 cm de diâmetro, epicarpo de coloração atropurpúreo (negro-violáceo), mesocarpo carnosos, com polpa de coloração castanho-esverdeada escura, contendo numerosas sementes (LORENZI, 2002; MATHEUS et al., 2008).

São muitos os desafios para a exploração de frutos nativos; existindo, em contrapartida, grande potencial a ser buscado, principalmente, quanto à sua exploração sustentável e potencial para exportação, uma vez que estes frutos apresentam sabores *sui generis* e não são encontrados em outros países (ALMEIDA et al. 1998).

Estudos que envolvam o desenvolvimento e fisiologia da maturação de espécies do cerrado são importantes para a geração de informações que levem à aplicação de técnicas de preservação das espécies, tanto no seu hábitat natural como em culturas comerciais, de modo a evitar o extrativismo predatório; permitindo estabelecer bases para a produção e colheita apropriadas e métodos tecnológicos adequados para o aproveitamento de seus frutos com conseqüente diminuição de perdas pós-colheita (RODRIGUES et al., 2009; SILVA et al., 2013a). Porém, pesquisas sobre o desenvolvimento de espécies nativas do cerrado, ainda, são insipientes, não havendo, portanto, o conhecimento das etapas de crescimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência (SILVA et al., 2009).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar as mudanças ocorridas nas características físicas e químicas, durante o desenvolvimento da marmelada-de-cachorro, visando obter dados para a determinação do estágio de maturação mais adequado para a colheita do fruto e para a adoção de técnicas adequadas de produção e conservação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre agosto e dezembro de 2012, em pomar experimental, composto por plantas de onze diferentes espécies frutíferas, nativas do cerrado, localizado na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), Goiânia-GO, sob as coordenadas geográficas 16°35'12" de latitude sul e 49°21'14" de longitude oeste, à 730 m de altitude, em solo classificado como latossolo vermelho-escuro. Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Evaporimétrica da EA/UFG (EE/EA, 2012).

Selecionaram-se exemplares da espécie em estudo que emitiram botão floral, totalizando 15 plantas de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) de um total de 24 exemplares da espécie, nas quais foram marcadas as flores por ocasião da antese, com fios de lã de diferentes cores. A primeira coleta dos frutos ocorreu 10 dias após a antese (DAA), e as demais em intervalos de 10 dias, até completar 72 DAA, quando os frutos atingiram o amadurecimento, caracterizado pela coloração negro-violácea da casca, totalizando 8 pontos de coleta.

Os frutos foram colhidos ao acaso, no período da manhã, acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o laboratório. Coletou-se 800 frutos para o ponto 1 (10 DAA), 400 para os pontos 2 e 3 (20 e 30 DAA) e 200 frutos para os demais, divididos em quatro lotes iguais, representando as replicatas. Foram avaliados, imediatamente após a colheita, a firmeza, expressa em Newton (N), utilizando texturômetro Stable Micro System modelo TATX2i, com sonda tipo agulha p/2N (2 mm de diâmetro) e velocidade e distância de penetração de 5 mm s<sup>-1</sup> e 5 mm, respectivamente; a cor, determinada em três pontos distintos do epicarpo (casca) dos frutos, utilizando colorímetro Hunter Lab (Color Quest XE, Reston, EUA), no modo CIE L\*a\*b\*; a massa, expressa em gramas (g) e avaliada no fruto inteiro, em balança semi-

analítica; os diâmetros longitudinal e transversal, obtidos em paquímetro digital, nos dois sentidos do fruto, e os resultados expressos em milímetros (mm). Com os dados obtidos, determinaram-se as taxas de crescimento relativo para massa ( $\text{g dia}^{-1}$ ) e diâmetros longitudinal e transversal ( $\text{mm dia}^{-1}$ ), por meio da fórmula:  $\text{TRC} = (V_1 V_0)/(T_1 T_0)$ , na qual TRC = taxa de crescimento relativo; V = valores dos parâmetros avaliados;  $V_0$  = valor inicial;  $V_1$  = valor final; T = época da avaliação (dias após a antese);  $T_0$  = tempo inicial e  $T_1$  = tempo final. Em seguida, os frutos foram congelados, com nitrogênio líquido, e armazenados a  $-18\text{ }^\circ\text{C}$  para análises físicas e químicas.

O pH foi determinado em potenciômetro Schott Handylab (AOAC, 2005); acidez titulável (AT), expressa em porcentagem de ácido tartárico, a qual foi realizada, por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando fenolftaleína como indicador (AOAC, 2005); os sólidos solúveis (SS) foram determinados em refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação automática de temperatura à  $25\text{ }^\circ\text{C}$  e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2005). A relação SS/AT foi obtida pela fórmula: Relação SS/AT = SS/AT, na qual SS = sólidos solúveis e AT = acidez titulável e os açúcares solúveis totais (AST) (% de glicose na polpa), que foram extraídos com álcool etílico à 70% e determinados, espectrofotometricamente, à 620 nm, pelo método de Antrona, e expressos em  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$  (DISCHE, 1962). Amido foi determinado, após extração e hidrólise química, por doseamento pelo método de Somogy adaptado por Nelson (1944) e expressos em  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ .

Pectina total e solúvel foram extraídas, de acordo com a técnica de McCready e McColomb (1952) e determinadas, espectrofotometricamente, à 520 nm, segundo técnica de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

Clorofila total foi determinada em 1g de casca, 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 período de repouso, no escuro, realizou-se a filtração. A leitura da absorbância do extrato foi efetuada à 652 nm e os resultados expressos em  $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  de casca. A clorofila total foi calculada, utilizando-se a equação adotada por Engel e Poggiani (1991).

Na determinação de carotenóides totais na polpa, a extração foi efetuada de acordo com Higby (1962), homogeneizando-se 10 g de polpa com 40 mL de solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1). O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL, envolvido em alumínio, no qual completou-se o volume com água destilada. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais quatro vezes. Filtrou-se o conteúdo, com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro à 99%, para um balão volumétrico de 50 mL envolto com alumínio, no qual foram adicionados 5 mL de acetona a 99,5% e completado o volume com hexano a 98,5%. As leituras foram feitas à 450 nm e os resultados expresso em  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  de polpa.

Para a quantificação de antocianinas totais, pesou-se 0,5 g da amostra em becker envolto com papel alumínio, colocando em seguida 10 mL da solução de etanol 95% + HCL 1,5N previamente preparada (85:15). Homogeneizou-se e, logo após, transferiu-se o conteúdo para balão volumétrico de 25 mL (sem filtrar) e aferiu-se o volume com etanol 95% + HCL 1,5N (85:15). Depois, transferiu-se para o frasco de vidro, envolto em papel de alumínio, e deixou-se descansando por uma noite sob refrigeração. Filtrou-se o material para um becker de 50 mL, sempre envolto em papel alumínio, lendo-se, logo em seguida, em espectrofotômetro digital, em comprimento de onda de 535 nm (FRANCIS, 1982).

A determinação dos ácidos orgânicos foi realizada em cromatógrafo líquido HP 1100 series (Agilent) equipado com degaseificador, bomba

quaternária, injetor automático ajustado para 20 µL e detector de arranjo de diodos (DAD) ajustado a 250 nm para ácido ascórbico e a 210 nm para os demais ácidos (FACCO, 2006).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto por fatorial simples, sendo constituídos por oito períodos de coleta, com quatro repetições. As análises estatísticas das variáveis físicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F. As médias dos períodos (semanas) de avaliação foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos são selecionados, de acordo com a significância do teste F, de cada modelo, e com o coeficiente de determinação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No ano de 2012, a floração da marmelada-de-cachorro, em Goiânia-GO, iniciou-se no final de agosto, com o ápice desse evento alcançada em setembro; a frutificação inicial ocorreu no final de setembro, com o pico em outubro, sendo dezembro o período ideal para coleta dos frutos. O ciclo da floração, até a colheita, compreendeu um período de 72 dias. O estágio de desenvolvimento foi considerado, a partir da abertura da flor (antese) até a colheita, definida quando os frutos apresentavam facilidade para serem destacados dos arbustos e coloração negro-violáceo. No período de agosto a dezembro, a temperatura do ar variou de 21,3 à 26,4 °C, com umidade relativa entre 57 e 80%, precipitação pluvial, oscilando entre 0,0 e 262,6 mm de chuva e insolação variando de 136,3 à 275,6 horas. O mês de novembro destacou-se pela distribuição das chuvas, sendo registrado 19 dias de precipitação ao longo do mês (EE/EA, 2012).

O desenvolvimento dos frutos com sementes inicia-se com a fertilização, que é seguido por fases, tais como a formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (TAIZ; ZEIGER, 2002). A antese também pode ser considerada como o início do desenvolvimento, seja em frutos partenocárpico, seja em frutos com sementes. O período de tempo entre antese e amadurecimento varia em diferentes espécies de frutos (MATARAZZO et al., 2013; SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2013a).

Durante os 72 dias de desenvolvimento, observou-se aumento significativo nos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) e massa (M) da marmelada-de-cachorro ( $p < 0,05$ ) (Figura 1A e B), ajustando-se ao padrão de desenvolvimento sigmoidal simples, em resposta à variação do tempo. Em geral, o crescimento de frutos assume padrão sigmoidal simples, como no caso de maçã, banana e laranja, ou padrão sigmoidal duplo como em pêssigo, cereja e uva (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os valores máximos atingidos por estas variáveis foram obtidos aos 72 DAA ( $M = 25,91$  g;  $DL = 34,67$  mm;  $DT = 31,92$  mm), coincidindo com o estágio em que a coloração da casca do fruto apresentou-se totalmente negro-violáceo. Matheus et al. (2008), ao descreverem morfologicamente frutos maduros de *Alibertia sessilis* Schum., encontraram valores médios para diâmetro similares aos obtidos nesta pesquisa ( $33 \pm 2$  mm). As taxas de crescimento relativo (TCR) para os diâmetros longitudinal e transversal mostraram comportamento semelhante, com valores majoritários de crescimento aos 20 DAA ( $1,01$  mm dia<sup>-1</sup> e  $1,05$  mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente), ocorrendo declínio nestas taxas após este período (Figura 1C). Para a massa dos frutos, observou-se comportamento ascendente na TCR até os 60 DAA ( $TCR_{máx} = 0,130$  g massa dia<sup>-1</sup>), com redução gradual desses valores até os 72 DAA (Figura 1D).

Foram observadas alterações na coloração da casca da marmelada-de-cachorro ( $p < 0,05$ ), evidenciadas por meio das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Os

valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  apresentaram comportamento cúbico, com tendência de aumento do valor  $L^*$  com o decorrer do desenvolvimento do fruto até 60 DAA, seguido por declínio drástico até os 72 DAA; observou-se tendência de elevação do valor  $a^*$  e redução do valor  $b^*$  (Figura 2A, B e C). Os frutos iniciaram o desenvolvimento na faixa do verde e amarelo ( $a^* = -14,80$  e  $b^* = 37,56$ ) e terminaram numa zona praticamente neutra ( $a^* = 0,32$  e  $b^* = -1,77$ ). A relação entre os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$  indica a perda da intensidade da cor verde, com o crescimento do fruto, até 60 DAA, mudando de verde-escuro ( $L^* = 23,33$  e  $a^* = -14,80$ ), aos 10 DAA, para verde-claro ( $L^* = 56,09$  e  $a^* = -5,58$ ) aos 60 DAA. Esse comportamento foi acompanhado pela redução ( $p < 0,05$ ) dos teores de clorofila, durante o desenvolvimento do fruto (Figura 3A) que, conforme Chitarra e Chitarra (2005), pode ser em função da decomposição estrutural deste pigmento, ocasionado por fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, dentre eles, o pH, influenciado pelo acúmulo de ácidos orgânicos nos vacúolos; além de sistemas oxidativos e clorofilases. O aparecimento parcial da coloração negro-violácea foi evidenciado pela redução do valor de  $L^*$  e aumento do valor de  $a^*$ , mas, principalmente, pela redução do valor de  $b^*$  aos 70 DAA ( $L^* = 18,57$ ,  $a^* = -3,76$  e  $b^* = 7,66$ ), sendo que os frutos tornaram-se totalmente atropurpúreos (negro-violácea) aos 72 DAA ( $L^* = 18,57$ ,  $a^* = 0,32$  e  $b^* = -1,77$ ). Além disto, a redução do valor de  $b^*$  está relacionada com a degradação de carotenoides, durante o desenvolvimento do fruto (Figura 3B). O surgimento da coloração negro-violácea, nos frutos de marmelada-de-cachorro, coincide com a detecção de antocianinas totais aos 70 DAA e 72 DAA, com teores de  $1,29 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  e  $4,78 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  na casca, respectivamente; podendo-se, assim, associar as mudanças na coloração da casca da marmelada-de-cachorro com a degradação da clorofila e concomitante síntese de antocianinas. A quantidade de antocianinas detectadas é baixa, associando-se com  $a^*$  entre 0 e 1, faixa de cor neutra porém entrando na faixa do vermelho.

Pigmentos carotenóides foram detectados na polpa de marmelada-de-cachorro (Figura 3B), os quais tiveram seus teores reduzidos ao longo do desenvolvimento do fruto, sendo degradados, em quase sua totalidade, com o surgimento de pigmentos antociânicos, a partir dos 70 DAA. Teores de 3,67 e 4,78 mg de antocianinas totais, em 100 g de polpa, foram obtidos aos 70 DAA e 72 DAA, respectivamente. Resultados semelhantes para antocianina foram reportados por Rocha (2011), em frutos maduros de marmelada-de-cachorro do cerrado Piauiense ( $4,30 \pm 0,12$  mg  $100g^{-1}$ ). Alterações na coloração, durante a maturação dos frutos, são devidas a processos de degradação ou de síntese, nas quais pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e flavonoides), podem ser sintetizados ou desmascarados, simultaneamente, com a degradação de outras substâncias, principalmente a clorofila (FISCHER; BENNET, 1991).

Os níveis de sólidos solúveis e de açúcares totais apresentaram aumento considerável, a partir de 60 DAA (Figuras 4A e 5B), momento no qual detectou-se nível máximo de amido no fruto ( $17,92$  g  $100g^{-1}$ ) (Figura 5A), podendo-se inferir que, a partir deste momento, houve o início da degradação do amido e sua conversão em açúcares (Figura 5A e B), sugerindo o início do processo de amadurecimento do fruto. Sólidos solúveis são, na sua maioria, compostos por açúcares, cujo teor irá depender do estágio de maturidade em que o fruto é colhido; aumentando, normalmente, durante a maturação, devido à biossíntese de mono e dissacarídeos ou degradação de polissacarídeos como o amido (TAIZ; ZEIGER, 2002). Houve elevação de 250% no valor de sólidos solúveis entre o período de 30 DAA ( $7,75$  °Brix) e 72 DAA ( $19,42$  °Brix) (Figura 4A). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), normalmente, o teor de açúcares representa cerca de 85% do teor de sólidos solúveis presentes em frutos; assim, pode-se constatar que 73,80% do total de sólidos solúveis no fruto maduro de marmelada-de-cachorro (72 DAA) é representado por açúcares totais ( $14,33$  g  $100g^{-1}$ ). Frutos com teores de sólidos solúveis e, conseqüentemente, de

açúcares mais elevados, são preferidos tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento industrial, por acarretar maior rendimento, menor custo operacional e excelente grau de doçura (NASCIMENTO et al., 2014).

Houve pequena elevação no pH, durante o desenvolvimento do fruto, atingindo seu valor máximo de 5,81 aos 70 DAA (Figura 4D). O pH de 5,62 foi detectado na fruta madura (72 DAA), aproximando-se do relatado por Rocha (2011) de  $5,2 \pm 0,7$ ; ao avaliar frutos de marmelada-de-cachorro do cerrado Piauiense.

Ocorreu redução na acidez titulável com o desenvolvimento do fruto ( $p < 0,05$ ) (Figura 4B), coincidindo com o decréscimo nos teores dos principais ácidos orgânicos (Figura 6) e elevação do pH (Figura 4D) na polpa da marmelada-de-cachorro, ao longo de seu desenvolvimento fisiológico. Aos 10 DAA, o teor de ácido tartárico foi de  $0,13 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , 317 % superior ao valor encontrado aos 72 DAA de  $0,041 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  (Figura 6). A utilização de ácidos orgânicos em reações respiratórias ou a sua conversão em açúcares influenciou, provavelmente, na redução da acidez durante o desenvolvimento do fruto; fato este, evidenciado também, por Matarazzo et al. (2013) ao avaliarem o desenvolvimento de frutos de lulu (*Solanum quitoense* Lam.). O processo respiratório, em frutos, corresponde a reações de oxidação de compostos orgânicos (ácidos orgânicos e hidratos de carbono) que são transformados em água e dióxido de carbono, com produção de energia química, usada para a biossíntese de novos compostos, os quais são indispensáveis para o perfeito funcionamento celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A relação SS/AT apresentou valores relativamente baixos, durante todo o período de desenvolvimento da marmelada-de-cachorro, apontando-se para o aumento considerável, a partir de 60 DAA, acompanhado pelo amadurecimento do fruto, chegando ao máximo desta relação (12,94) no fruto maduro (72 DAA) (Figura 4C). Grande parte dos sabores, apresentados por muitos frutos, é

resultante da mistura das notas atribuídas aos sabores doce e ácido, sendo que a proporção açúcar/ácido pode ser acompanhada, naturalmente, por meio da relação SS/AT, permitindo que os frutos amadureçam até o ponto no qual os açúcares tenham aumentado e os ácidos reduzidos para a proporção desejável (BEZERRA; DIAS, 2009). Devido ao valor elevado da relação SS/AT no fruto maduro, pode-se inferir que a marmelada-de-cachorro pode ser utilizada, industrialmente, na elaboração de produtos adocicados tais como doces, geleias, compotas e néctar; tal como evidenciado por Silva et al. (2013b) em pesquisa sobre a aplicabilidade tecnológica desta fruta.

A variável firmeza foi afetada com o desenvolvimento do fruto, observando-se aumento até 30 DAA, seguido por período de certa estabilidade até 60 DAA quando, a partir deste momento, houve redução drástica da firmeza até atingir os valores de 1,73 e 0,55 N aos 70 e 72 DAA, respectivamente, indicando o amaciamento e amadurecimento do fruto (Figura 7C). Segundo Rodríguez-Félix et al. (2011), a firmeza é um dos principais indicadores de maturidade e pode prever a vida útil de frutos. O decréscimo da firmeza, especialmente a partir de 60 DAA, pode ser associado à degradação do amido (Figura 6A) e com a despolimerização pécica na parede celular, culminando na solubilização de pectinas (Figura , durante o amadurecimento, pela ação de enzimas hidrolíticas, principalmente, enzimas pectinolíticas como pectinametilesterase (PME) e poligalaturonase (PG) (VILAS BOAS, 1999). Observou-se incremento nos níveis de pectina total até os 60 DAA, seguido por diminuição aos 70 e 72 DAA (Figura 7A); enquanto que, para pectina solúvel, houve tendência de aumento até os 60 DAA, seguida por rápida elevação nos 70 e 72 DAA (Figura 7B). Em geral, durante a maturação e amadurecimento, ocorrem redução no nível de pectina total e aumento da pectina solúvel, contribuindo, assim, para o amolecimento dos tecidos (FISCHER; BENNET, 1991).

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento da marmelada-de-cachorro, em Goiânia-GO, estende-se por 72 dias, período marcado pelo crescimento e ganho de massa do fruto, em padrão sigmoidal simples, aumento de antocianinas, açúcares, sólidos solúveis, pH e pectina solúvel e redução da firmeza, acidez, amido, clorofilas e carotenoides, culminando com um fruto com casca totalmente azul-violáceo/atropurpúreo.

Alterações associadas ao amadurecimento ocorrem a partir de 60 DAA.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES, FAPEMIG e CNPq e à Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás – UFG, por ter cedido o pomar experimental com espécies nativas do cerrado para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. 1094p.

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.

BEZERRA, V.S.; DIAS, J.S.A. Avaliação físico-química de frutos de bananeira. **Acta Amazonica**, Manaus, v.39, n.2, p.423-428, 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

DISCHE, E. General color reactions. In: WHITLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (ed). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p.477-512.

EE/EA - Estação Evaporimétrica da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. **Boletim meteorológico de 2012**. Disponível em: <[https://www.agro.ufg.br/up/68/o/ANO\\_2012.pdf?1360060085](https://www.agro.ufg.br/up/68/o/ANO_2012.pdf?1360060085)>. Acesso em: 12 jan. 2015.

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. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FISCHER, R.L.; BENNET, A.B. Role of Cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, p. 675-703, 1991.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p. 182-205, 1982.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene – fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v.2. 2002. 368p.

MATHEUS, M.T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S.A.S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo - *Alibertia sessilis* Schum. – (Rubiácea). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.60-61, 2008.

MATARAZZO, P.H.M.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; SILVA, D.F.P.; CECON, P.R. Desenvolvimento dos frutos de lulu (*Solanum quitoense* LAM) em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.131-142, 2013.

McCREADY, P.M.; McCOLOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v.24, n.12, p. 1586, 1952.

NASCIMENTO, R.S.M.; CARDOSO, J.A.; COCOZZA, F.D.M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.856-860, 2014.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p. 135-375, 1944.

ROCHA, M.S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

RODRIGUES, L.J.; VILAS BOAS, E.V.B.; PAULA, N.R.F.; ALCÂNTARA, E.M. 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.

RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; FORTIZ HERNÁNDEZ, J.; VILLEGAS OCHOA, M. A. Cambios en enzimas pectolíticas durante la maduración del durazno 'Flordaprince'. **Interciência**, v. 36, 2011.

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

SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.P.R. Characterization and development of marolo (*Annona crassiflora*, Mart.). **Food Science and Technology**, Campinas, v.33, n.4, p.666-675, 2013a.

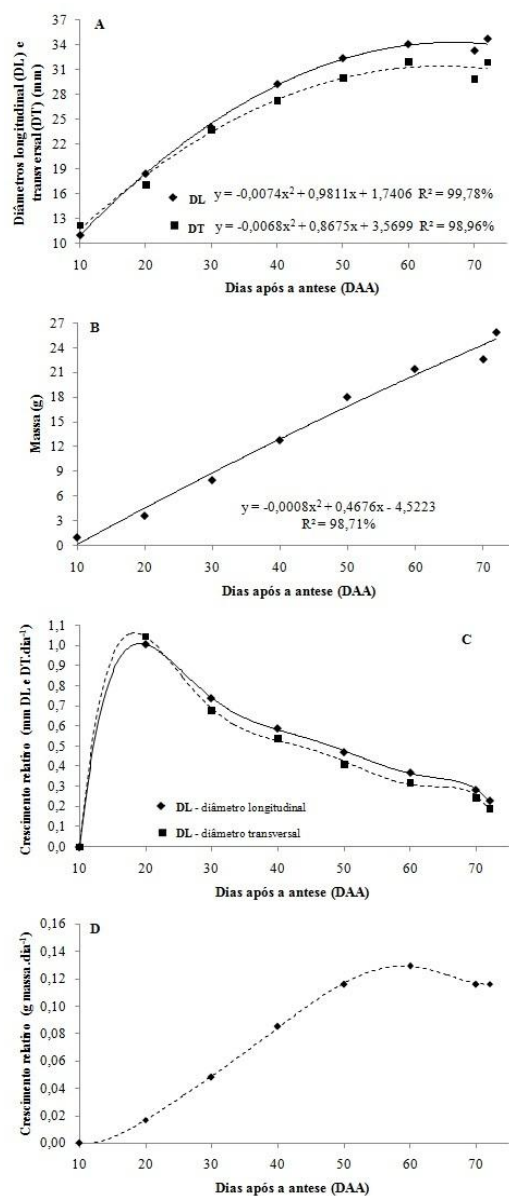
SILVA, T.L.L.; BECKER, F.S.; TOGUCHI, M.Y.; VILAS BOAS, E.V.B.V.; DAMIANI, C. Aplicabilidade tecnológica da marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.263-271, 2013b.

SILVA, V.C.; SILVA, G.H.; BOLZANI, V.S.; LOPES, M.N. Isolation of lignans glycosides from *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum. (Rubiaceae) by

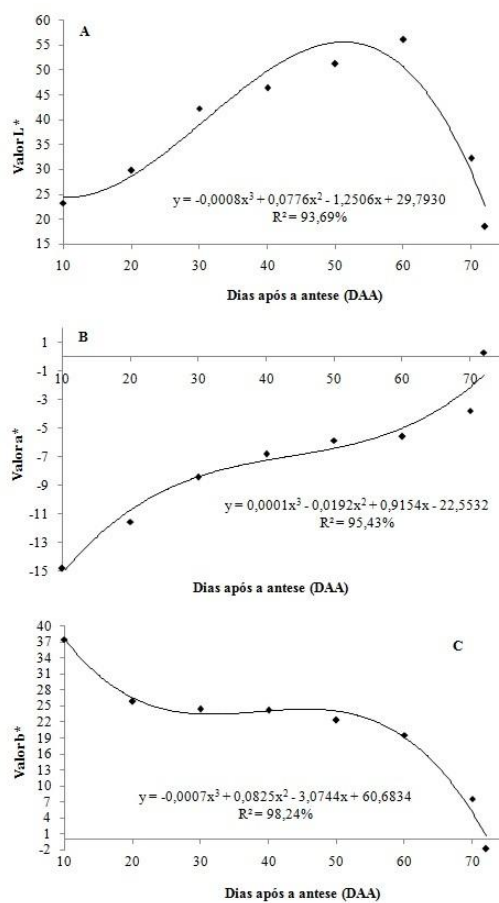
preparative high-performance liquid chromatography. **Eclética Química**, Araraquara, v.31, n.4, p.55-58, 2006.

VILAS BOAS, E.V.B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA, 1999. 75 p.

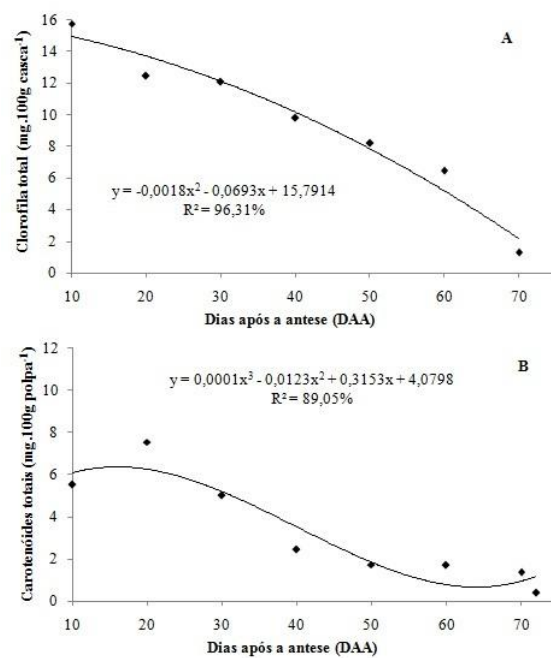
TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690p.



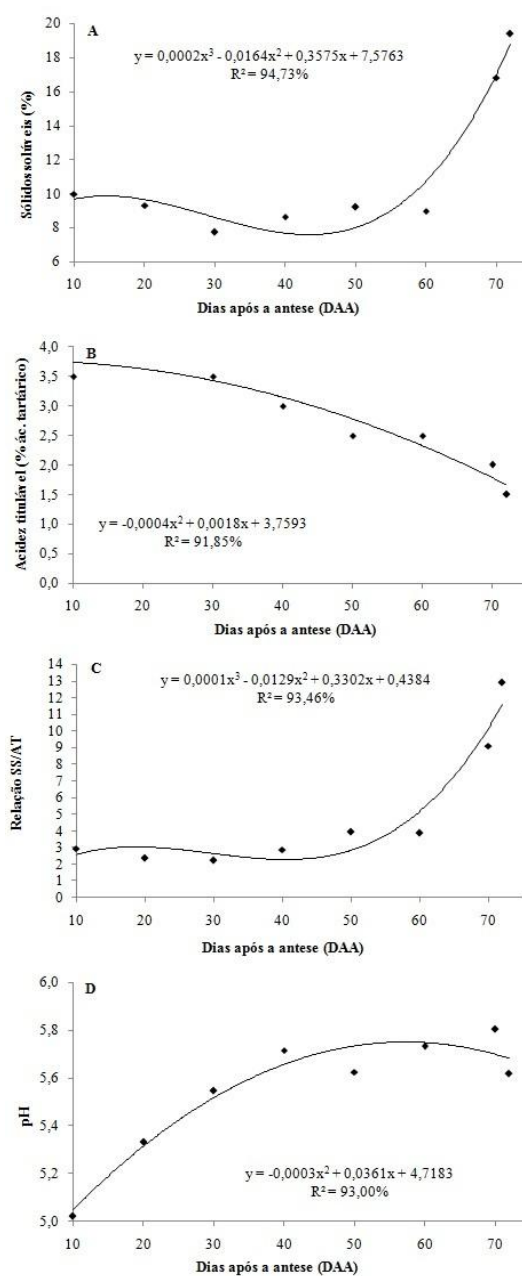
**Figura 1-** Valores médios dos diâmetros longitudinal e transversal (A), massa (B) e das taxas de crescimento relativo dos diâmetros longitudinal e transversal (C) e da massa (D) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



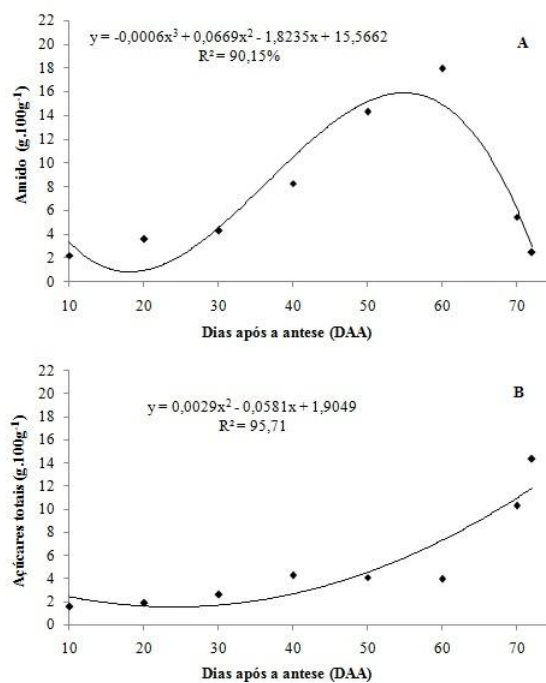
**Figura 2-** Valores médios para os parâmetros de cor L\* (a), a\* (b) e b\* (c) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



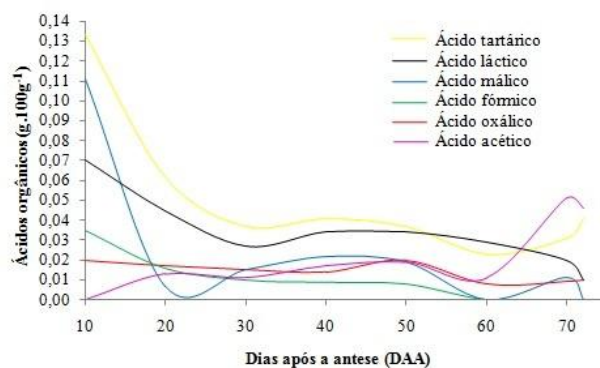
**Figura 3-** Valores médios de clorofila total (A) e carotenóides totais (B) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



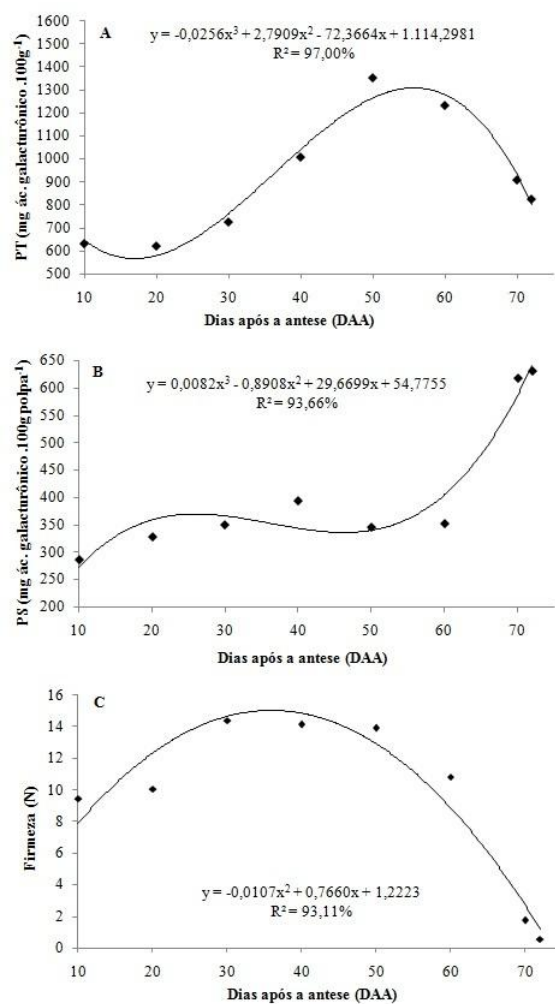
**Figura 4-** Valores médios de sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), relação SS/AT (C) e pH (D) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



**Figura 5-** Valores médios de amido (A) e açúcares totais (B) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



**Figura 6-** Teores de ácidos orgânicos dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.



**Figura 7-** Valores médios de pectina total/PT (A), pectina solúvel/PS (B) e firmeza (C) dos frutos de marmelada-de-cachorro, durante o seu desenvolvimento.

(VERSÃO PRELIMINAR)

**ARTIGO 2 Caracterização física e química do fruto marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) e suas frações casca, polpa e sementes**

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
MARMELADA-DE-CAHORRO (*Alibertia sessilis* Schum.) FRUIT'S AND  
THEIR FRACTIONS PEELS, PULP AND SEEDS**

**Fernanda Salamoni Becker<sup>1</sup>**

**Clarissa Damiani<sup>2</sup>**

**July-Ana Souza Tavares<sup>3</sup>**

**Rosângela Vera<sup>4</sup>**

**Eduardo Valério de Barros Vilas Boas<sup>5</sup>**

Artigo a ser submetido à revista *Ciência e Agrotecnologia* - ISSN: 1413-7054,  
sendo apresentado segundo normas de publicação da revista.

---

<sup>1</sup> Engenheira de Alimentos, Doutoranda em Ciência dos Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras - UFLA, CP 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil, e-mail: fsb.fernanda@hotmail.com, bolsita CNPq.

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, Doutora, Professora da Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia - GO, Brasil.

<sup>3</sup> Nutricionista, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia-GO, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, Professora da Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia-GO, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Professor da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, Brasil.

## **ABSTRACT**

Fruit of black-violet color, with juicy pulp and pleasant flavor, the marmelada-de-cachorro is a shrubby species of food and medicinal importance in the Cerrado biome, regarded as rare fruit, considering that, with livestock and extensive agriculture, their habitat has become reduced, and increasingly difficult to find naturally. The objective of this research was to evaluate physical and chemically the marmelada-de-cachorro fruit and their fractions peel, pulp and seeds. Fruits were collected in an experimental area, with native fruit species of the savanna brazilian, the School of Agronomy, Federal University of Goiás, Goiânia, GO, and evaluated for longitudinal diameter (LD) and transverse (TD), and number of seeds per fruit. The whole fruit and their fractions peel, pulp and seeds were analyzed for mass, yield, chemical composition, acidity, pH, soluble solids and anti-nutritional factors. The contents of the sugars glucose, fructose and sucrose were determined in the pulp and profiles of fatty acids and amino acids in the seeds of the fruit. The marmelada-de-cachorro fruit showed medium size, slightly rounded shape, high number of seeds, with high pulp yield and, as their fractions peel and seeds, stood out by high levels of carbohydrates and soluble solid, low acidity, medium content of fiber, absence and / or low levels of anti-nutritional factors. Glucose and fructose were the predominant sugars in the fruit pulp and the seeds cannot be regarded as sources of essential amino acids, though contain important fatty acids for healthy diet as linoleic and oleic acids.

**Index terms:** savanna fruit, centesimal composition, anti-nutritional factors, amino acid profile, fatty acid profile.

## RESUMO

Fruto de coloração negro-violáceo, com polpa suculenta e sabor agradável, a marmelada-de-cachorro é uma espécie arbustiva, de importância alimentícia e medicinal no bioma Cerrado, tida como fruta rara, uma vez que, com a pecuária e agricultura extensiva, seu *habitat* tornou-se bastante reduzido, sendo cada vez mais difícil encontrá-la naturalmente. O objetivo desta pesquisa foi avaliar física e quimicamente a fruta marmelada-de-cachorro e suas frações casca, polpa e sementes. Os frutos foram coletados em pomar experimental, com espécies frutíferas nativas do cerrado, na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, e avaliados quanto aos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT), e número de sementes por fruto. A fruta inteira e suas frações casca, polpa e sementes foram analisadas quanto à massa, rendimento, composição centesimal, acidez titulável, pH, sólidos solúveis e fatores antinutricionais. Os teores dos açúcares glicose, frutose e sacarose foram determinados na polpa e os perfis de ácidos graxos e de aminoácidos nas sementes do fruto. Os frutos de marmelada-de-cachorro apresentaram tamanho médio, formato levemente arredondado, elevado número de sementes, com alto rendimento em polpa e, assim como suas frações casca, polpa e sementes, destacaram-se pelos altos teores de carboidratos e sólidos solúveis, baixa acidez, teores médios de fibras alimentares, ausência e/ou baixos níveis de fatores antinutricionais. Glicose e frutose foram os açúcares predominantes na polpa do fruto e as sementes não podem ser consideradas fontes de aminoácidos essenciais, contudo apresentando ácidos graxos importantes para uma dieta saudável como o linoléico e oleico.

**Termos para indexação:** frutos do cerrado, composição centesimal, fatores antinutricionais, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos graxos.

## INTRODUÇÃO

A marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) é uma espécie arbustiva, de importância frutífera e medicinal no bioma Cerrado, cuja madeira é empregada para lenha e carvão; as folhas são consumidas por bovinos e, juntamente com seus ramos, são utilizadas na forma de cataplasma, compressa ou banho no tratamento de afecções da pele; e os frutos, além de comestíveis, são muito apreciados por pássaros da região (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 2002). A espécie apresenta frutos que amadurecem entre novembro e fevereiro, de formato bacóide, globulosos, com 1,5 à 3,0 cm de diâmetro, epicarpo de coloração atropurpúreo (negro-violáceo), mesocarpo carnoso, com polpa de coloração castanho-esverdeada escura, contendo numerosas sementes (APPROBATO; GODOY, 2006; MATHEUS et al., 2008). Os frutos, normalmente consumidos *in natura* e com casca e semente, são usados no preparo de tortas, doces, sucos e refrescos pela população local (ALMEIDA et al., 1998).

O reconhecimento da alimentação saudável na manutenção da qualidade de vida trouxe consigo crescente busca por alimentos com alto valor nutricional, acessíveis à população. A utilização de alimentos alternativos para o combate à fome é assunto que recebe especial atenção no Brasil, nos últimos anos, especialmente pelos altos índices de desnutrição observados. Nesse sentido, cascas, sementes, talos e partes tradicionalmente descartadas dos alimentos tendem a ser incorporadas à dieta, uma vez que essas podem apresentar mais nutrientes que a parte tradicionalmente consumida. Com isso, a procura por fontes alternativas de alimentos tem sido tópico de pesquisas extensivas nas últimas décadas (QUEIROZ et al., 2012).

Informações sobre alimentos não convencionais, ainda, são bastante escassas e, neste contexto, a avaliação física e química de frutas nativas do cerrado pode contribuir para agregar valor e potencializar o uso comercial e

industrial destas frutas como, também, para a preservação deste bioma (ALVES et al., 2013). Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar física e quimicamente a fruta marmelada-de-cachorro madura e suas frações casca, polpa e sementes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no mês de dezembro de 2011, em pomar experimental, composto por plantas de onze diferentes espécies frutíferas nativas do cerrado, localizado na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), Goiânia-GO, sob as coordenadas geográficas 16°35'12" de latitude sul e 49°21'14" de longitude oeste, à 730 m de altitude, em solo classificado como latossolo vermelho-escuro.

Frutos maduros de marmelada-de-cachorro, caracterizados pela coloração negro-violáceo (atropurpúreo) da casca, foram colhidos ao acaso, no período da manhã, acondicionados, individualmente, em cartelas plásticas de ovos, e divididos em quatro lotes iguais de 50 frutos cada, representando as repetições. Foram avaliados, imediatamente após a colheita, quanto à massa e diâmetros longitudinal e transversal (mm). Posteriormente, os frutos foram desintegrados, em suas frações casca, polpa e sementes, as quais foram pesadas e as sementes contabilizadas. O rendimento das frações foi determinado pela relação entre a massa de cada fração e a massa do fruto inteiro, expresso em %. O teor de umidade foi determinado na fruta e em suas frações *in natura*, em estufa à vácuo a 65 °C, até peso constante (AOAC, 2005). As frações foram congeladas com nitrogênio líquido e armazenadas à -18 °C para realização das análises químicas.

A massa do fruto e de suas frações, expressa em gramas (g), foi obtida em balança semi-analítica; e os diâmetros longitudinal e transversal, obtidos com paquímetro digital nos dois sentidos do fruto inteiro, e os resultados

expressos em milímetros (mm). No fruto e em suas frações foram realizadas as avaliações de proteína bruta ( $N \times 6,25$ ), lipídios (extrato etéreo), cinzas e fibra alimentar total (solúvel e insolúvel), conforme metodologias descritas pela Association of Official Agricultural Chemistry - AOAC (2005); carboidratos totais foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra alimentar total (BRASIL, 2003); e valor energético total (VET) estimado, considerando-se os fatores de conversão de Atwater e Woods (1896), de 4, 4 e 9  $\text{kcal.g}^{-1}$  para proteína bruta, carboidratos e lipídios, respectivamente. O pH foi determinado em potenciômetro Schott Handylab; acidez titulável (AT), expressa em porcentagem de ácido tartárico, foi realizada por titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando fenolftaleína como indicador; sólidos solúveis (SS) foram determinados em refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação automática de temperatura à 25 °C e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2005). Os fatores antinutricionais analisados foram inibidores de tripsina (ARNON, 1970), taninos, segundo o procedimento de Hagerman e Butler (1978) e fitatos (LATTA; ESKIN, 1980). Determinou-se, ainda, os teores dos açúcares frutose, glicose e sacarose na polpa da marmelada-de-cachorro por HPLC, segundo metodologia descrita por Burgner e Feinberg (1992).

Nas sementes, foram realizadas as análises de composição em ácidos graxos, por cromatografia gasosa (FIRESTONE, 2009; HORWITZ et al., 2010; HARTMAN; LAGO, 1973), incluindo gorduras saturadas, monoinsaturadas, poli-insaturadas, trans, ômega 3 e ômega 6; e de perfil de aminoácidos totais (HAGEN et al., 1989; SPIES, 1967; WHITE et al., 1986).

As determinações de diâmetros, número de semente por fruto, massas e rendimentos foram realizadas nos 4 lotes de frutos (200 frutos) e os resultados expressos por média aritmética, seguida por desvio padrão e coeficiente de variação. Os perfis de ácidos graxos e aminoácidos das sementes são os

resultados de uma determinação cromatográfica. As demais avaliações foram conduzidas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x4, sendo tratamentos (casca, polpa, sementes e fruto inteiro) e quatro lotes de 50 frutos cada, totalizando 200 frutos; os resultados submetidos à análise de variância, pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011), e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas do fruto marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e sementes estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físicas de frutos de marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e sementes.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média ± DP (CV) <sup>1</sup>
Diâmetro longitudinal (mm)	19,5	39,6	28,9 ± 2,91 (10,10)
Diâmetro transversal (mm)	19,3	37,0	26,00 ± 2,52 (9,66)
Relação DL/DT	0,70	1,50	1,06 ± 0,13 (5,21)
Número de sementes/fruto	7	56	20 ± 7,54 (38,41)
Massa (g)			
Fruto inteiro	6,94	31,04	14,28 ± 4,34 (30,41)
Casca	0,47	3,93	1,27 ± 0,52 (41,23)
Polpa	5,69	24,14	11,87 ± 3,60 (30,29)
Sementes	0,37	2,97	1,13 ± 0,46 (40,17)
Rendimento (%)			
Polpa	75,21	88,77	83,14 ± 2,94 (3,54)
Casca	5,23	17,63	9,06 ± 2,88 (31,85)
Sementes	4,89	10,62	7,80 ± 1,23 (15,81)

<sup>1</sup>Média de 200 frutos; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação (%).

Houve grande disparidade entre os valores mínimos e máximos para o tamanho, massa e número de sementes por fruto, podendo-se inferir que há alta variabilidade das plantas de *Alibertia sessilis* Schum. encontradas na área de coleta, ou dos frutos em uma mesma planta, embora esta variabilidade não tenha sido estudada. Observou-se variação de 203,01 e 191,71% entre os valores mínimos e máximos dos diâmetros longitudinal e transversal, respectivamente. Approbato e Godoy (2006) relataram oscilações inferiores, porém elevadas, para estas variáveis em frutos de *Alibertia sessilis* Schum, coletados no município de Luiz Antônio-SP: de 160,01% para o diâmetro longitudinal (20,3-32,5 mm) e de 166,48% para o transversal (17,0-28,3 mm). Rocha (2011) descreveu valores médios, próximos aos deste estudo (DL = 28,9 e DT = 26,00 mm), de 30,6 e 27,2 mm para os diâmetros longitudinal e transversal em marmelada-de-cachorro do cerrado Piauiense (Teresina-PI). A relação DL (diâmetro longitudinal)/DT (diâmetro transversal) indica o formato do fruto, ou seja, quanto mais próximo for o resultado de 1, mais arredondado é o fruto. Logo, os dados do diâmetro longitudinal e transversal e a relação entre eles (DL/DT) mostraram que os frutos de marmelada-de-cachorro têm forma levemente arredondada (DL/DT = 1,06). Vallilo et al. (2005) citam que para a fabricação de doces em calda ou glaciados, normalmente, dá-se preferência a frutos com uniformidade de formato arredondado.

O número de sementes, por fruto, foi inferior ( $20 \pm 7,54$ ) à média de  $37 \pm 8$  relatada por Matheus et al. (2008) para *Alibertia sessilis* Schum., de um fragmento com espécies do cerrado localizado na área da Fundação Zoológica Botânica de Belo Horizonte-MG. A variação no número de sementes, por fruto, pode ocorrer entre populações de uma variedade e/ou entre variedades de uma mesma espécie de fruto, como constatado por Ganga et al. (2010), ao avaliarem quatro diferentes variedades de mangaba (*Hancornia speciosa*) do cerrado,

observando que a maior parte da variação para o número de sementes encontrava-se dentro das populações.

A massa do fruto apresentou média próxima à relatada por Rocha (2011) de  $16,7 \pm 2,9$  g para marmelada-de-cachorro, oriunda de Teresina-PI. Observou-se que a polpa apresentou maior massa média (11,87 g) e, conseqüentemente, maior proporção frente ao fruto inteiro (rendimento de 83,14%) (Tabela 1). O fruto de marmelada-de-cachorro, devido ao seu elevado percentual médio de rendimento em polpa, apresenta boas características para a industrialização na forma de polpa congelada, sucos, geleias, néctares e gelados comestíveis; fato este, corroborado por Silva et al. (2013) ao desenvolverem produtos derivados desta fruta. Porém, a variabilidade na massa fresca e nos rendimentos de suas frações, pode interferir na eficiência dos processos industriais para a fabricação de doces, exigindo adequada classificação ou separação prévia dos frutos por tamanho e peso (VALLILO et al., 2005). Apesar de a polpa corresponder à maior proporção em relação ao fruto inteiro, a casca e as sementes, juntas, representam cerca de 16,86% do fruto, proporção que, apesar de pequena, deve ser considerada uma vez que estas frações são descartadas quando do processamento do fruto em polpa e, se forem adequadamente utilizadas, podem ser transformadas em produtos, contribuindo para o aproveitamento destas frações na indústria alimentícia ou em outras aplicações, reduzindo a produção de resíduos e, conseqüentemente, agregando valor ao fruto.

Segundo Rocha et al. (2013), o conhecimento das características físicas de frutos é de grande importância, tanto para se definir a diversidade de tamanho e massa em cada espécie, como para se viabilizar a confecção de embalagens para armazenamento e comercialização, de modo que não ocorram danos em sua estrutura física e promova melhor visualização do produto por parte do consumidor.

A composição centesimal e valor energético total (VET) do fruto de marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e sementes estão apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Composição centesimal e valor energético total, em matéria seca (m.s.), de frutos de marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e sementes.

Constituintes <sup>1</sup>	Casca	Polpa	Sementes	Fruto
	g 100g <sup>-1</sup>			
Proteína	3,96 ± 0,11 <sup>b</sup>	3,23 ± 0,13 <sup>c</sup>	8,95 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,75 ± 0,20 <sup>b</sup>
Lipídios	1,56 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,10 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,95 ± 0,01 <sup>c</sup>
Carboidratos	73,99 ± 0,06 <sup>c</sup>	80,79 ± 0,89 <sup>a</sup>	71,93 ± 0,15 <sup>d</sup>	78,57 ± 1,03 <sup>b</sup>
Fibra alimentar	18,89 ± 0,18 <sup>a</sup>	12,47 ± 0,03 <sup>c</sup>	14,95 ± 0,06 <sup>b</sup>	14,33 ± 0,06 <sup>b</sup>
Fibra solúvel	4,41 ± 0,07 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,86 ± 0,03 <sup>c</sup>	3,47 ± 0,03 <sup>b</sup>
Fibra insolúvel	14,48 ± 0,05 <sup>a</sup>	8,15 ± 0,02 <sup>d</sup>	12,09 ± 0,07 <sup>c</sup>	13,89 ± 0,07 <sup>b</sup>
Cinzas	1,60 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,53 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,07 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,40 ± 0,03 <sup>b</sup>
VET(kcal 100g <sup>-1</sup> )	325,84	344,90	333,42	337,83

<sup>1</sup>Valores constituem media ± desvio-padrão. Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente, pelo teste Tuckey ( $p > 0,05$ ); VET: valor energético total.

Os resultados revelaram que a fruta marmelada-de-cachorro e suas frações casca, polpa e sementes apresentaram boas quantidades de fibra alimentar total (FAT), principalmente fibra insolúvel, a qual tem sido associada com muitos benefícios a saúde, incluindo redução dos fatores de risco de doenças cardiovasculares, prevenção do ganho de peso, diabetes e alguns tipos de câncer (MANN; CUMMINGS, 2009). A fruta inteira apresentou teor de FAT inferior à de frutas do cerrado como araçá, araticum, cagaita, macaúba, caju-do-cerrado, mangaba, murici e puçá, cujos teores variaram entre 18,37 e 50,21 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.; e semelhantes à de gabioba (12,14 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e pitomba (14,25

g  $100\text{g}^{-1}$ , m.s.), todos relatados por Silva et al. (2008). O teor de FAT da fruta e de suas frações variou entre 12,47 e 18,89 g  $100\text{g}^{-1}$ , m.s., perfazendo, 100 g de fruta e suas frações secas, de 49,88 à 75,56% da recomendação diária (RD) de fibra alimentar (25 g  $\text{dia}^{-1}$ ) (FDA, 2013) para indivíduos adultos saudáveis em dieta de 2000 calorias; ou de 17,36 à 45,32% da RD, considerando-se a fruta e suas frações *in natura*. O papel positivo das fibras, na prevenção de doenças, justifica a demanda pelo aumento da sua ingestão na dieta diária. O consumo de fibra alimentar proporciona benefícios semelhantes tanto para crianças como para adultos. Indivíduos que mantêm elevado consumo de fibras apresentam risco significativamente menor de desenvolver doença coronariana, acidente vascular cerebral, hipertensão arterial, diabetes, obesidade e algumas doenças gastrointestinais (ANDERSON et al., 2009).

Os teores de umidade do fruto, casca, polpa e sementes foram de 69,70; 71,80; 75,12 e 24,21g  $100\text{g}^{-1}$ , respectivamente, observando-se elevado conteúdo de água no fruto e nas frações casca e polpa. A umidade detectada na fruta inteira assemelhou-se à reportada por Rocha (2011) em marmelada-de-cachorro do cerrado Piauiense (70,90 g  $100\text{g}^{-1}$ ), porém, foi inferior à de frutas do cerrado avaliadas por Silva et al. (2008), tais como araçá, araticum, cagaita, caju-do-cerrado, gabioba, mangaba, murici, pitomba e puçá, as quais apresentaram teores de umidade superiores à 75,00 g  $100\text{g}^{-1}$ . Valores de umidade próximos ao determinado na casca de marmelada-de-cachorro foram constatados em casca de lichia (68,93 g  $100\text{g}^{-1}$ ) (QUEIROZ et al., 2012) e de lobeira (70,84 g  $100\text{g}^{-1}$ ) (ROESLER et al., 2007) e inferiores em cascas de frutas tradicionais como abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá e melão, que apresentaram teores de umidade entre 76,95 e 93,23 g  $100\text{g}^{-1}$  (GONDIM et al., 2005). Para a polpa, observou-se valores semelhantes em polpas de frutas do cerrado como banha de galinha (76,22 g  $100\text{g}^{-1}$ ) e lobeira (74,70 g  $100\text{g}^{-1}$ ) (ROESLER et al., 2007), e superiores em polpas de atemoia (85,50 g  $100\text{g}^{-1}$ ) (CRUZ et al., 2013), lichia

(83,91 g 100g<sup>-1</sup>) (QUEIROZ et al., 2012) e manga (82,11 g 100g<sup>-1</sup>) (MARQUES et al., 2010). O elevado teor de umidade do fruto e de suas frações casca e polpa, associado à pequena espessura da película (casca) que recobre o fruto, torna-o susceptível à perda de água, alterando o formato arredondado do fruto pela formação de cavidades resultantes da desidratação, fato este observado, com frequência, nos frutos em seu *habitat* natural.

Já as sementes apresentaram baixo teor de umidade, característico destes materiais (TOLEDO, 1977), entretanto, superior à de sementes de frutos do cerrado como chichá com 8,4 g 100g<sup>-1</sup> (ROCHA et al., 2013) e 6,95 g 100g<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2008) e pequi, com 8,68 g 100g<sup>-1</sup> (LIMA et al., 2007), porém, inferior à de frutos, também do cerrado, como cagaita (51,15 g 100g<sup>-1</sup>), banha de galinha (45,58 g 100g<sup>-1</sup>), lobeira (36,19 g 100g<sup>-1</sup>) e araticum (30,97 g 100g<sup>-1</sup>) (ROESLER et al., 2007). O teor de umidade das sementes é considerado fator importante, no que diz respeito à sua conservação. Para a maioria das espécies arbóreas nativas, o conhecimento das condições ideais para manutenção da qualidade das sementes, ao longo do armazenamento, é limitado ou inexistente, dada a grande diversidade de espécies da flora brasileira (CARVALHO et al., 2006). No armazenamento, a qualidade das sementes é influenciada, entre outros fatores, pelo teor de água, umidade relativa e temperatura do ar (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Estudos futuros são sugeridos para o conhecimento do comportamento fisiológico, ao longo do armazenamento de sementes de marmelada-de-cachorro, de forma a auxiliar no estabelecimento de estratégias de conservação, favorecendo tanto sua exploração comercial como sua utilização na produção de mudas em programas de recuperação de áreas degradadas, de modo a contribuir para a sustentabilidade do bioma cerrado.

A marmelada-de-cachorro e suas frações casca, polpa e sementes apresentaram densidade energética (VET) semelhantes (Tabela 2). O VET do fruto foi 15,38% inferior ao encontrado por Rocha (2011) (395,88 kcal 100g<sup>-1</sup>,

m.s.), o que justifica-se, devido este autor ter contabilizado a fração fibra dentro de carboidratos totais, elevando a densidade energética do fruto. Entretanto, somando-se as porções carboidratos e fibra alimentar total do fruto de marmelada-de-cachorro, determinados neste estudo ( $92,90 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.), constatou-se valor equivalente ao encontrado por Rocha (2011) para carboidratos totais ( $93,47 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.). Quando comparado a resultados de VET e carboidratos para outros frutos do cerrado, observou-se resultados semelhantes em gabiroba e pitomba, com teores de  $373,21$  e  $334,62 \text{ kcal } 100\text{g}^{-1}$ ; e  $83,29$  e  $74,28 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para VET e carboidratos, respectivamente, na matéria seca (SILVA et al., 2008).

Os carboidratos correspondem aos macronutrientes mais abundantes em frutas (NEPA-UNICAMP, 2011) e, representando a fração glicídica, são constituídos, principalmente, por açúcares. Assim, o maior teor de carboidratos foi encontrado na polpa, seguido pelo fruto inteiro, casca e sementes. Sementes e casca mantêm pequena porção de polpa aderida a elas, sendo que, parte dos carboidratos, nestas frações, pode ser oriunda da polpa do fruto; o que, também, contribui para a densidade energética (VET) destas frações. O teor de carboidratos encontrados na casca de marmelada-de-cachorro foram superiores aos observados em casca de manga ( $60,52 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (MARQUES et al., 2010), atemoia ( $27,85 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (CRUZ et al., 2013), lichia ( $61,11 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (QUEIROZ et al., 2012), e em cascas de duas variedades de jabuticada: Paulista ( $61,60 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) e Sabará ( $60,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (LIMA et al. 2008). A fração glicídica, na polpa da marmelada-de-cachorro, foi predominantemente ( $77,26\%$ ) representada pelos açúcares redutores glicose e frutose, com teores de  $31,27$  e  $31,15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na matéria seca, respectivamente. Polpas de banha de galinha, cagaita, araticum e lobeira, também, apresentaram elevados teores de açúcares totais na sua composição, variando entre  $59,25$  e  $143,09 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  (ROESLER et al., 2007). Teores de carboidratos semelhantes

ao da polpa de marmelada-de-cachorro foram determinados em polpa de lichia (85,38 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (QUEIROZ et al., 2012), porém em quantidades superiores em polpa de manga (92,23 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (MARQUES et al., 2010) e polpa de jabuticaba das variedades Paulista (92,11 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e Sabará (90,32 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (LIMA et al. 2008).

Os teores de proteína e lipídios foram relativamente baixos no fruto e em suas frações, mesmo nas sementes (Tabela 2). As sementes apresentaram os mais elevados teores de lipídios, seguido pela casca, polpa e fruto inteiro. Frações de frutos de banha de galinha e cagaita, descritos por Roesler et al. (2007), também apresentaram baixa concentração de lipídios. Rocha (2011) obteve resultado semelhante em frutas de marmelada-de-cachorro do cerrado Piauiense (1,03 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e, Silva et al. (2008), obtiveram valores de lipídios tão baixos quanto e, até inferiores, ao da fruta inteira de marmelada-de-cachorro, em araçá (2,77 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), gabioba (0,94 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), pitomba (1,12 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e puçá (2,08 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e, superiores, em caju-do-cerrado (4,69 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), cagaita (7,77 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), murici (11,31 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), mangaba (13,46 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), araticum (15,99 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e macaúba (22,73 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), esta última, tida como boa fonte de óleo vegetal. Baixos teores de lipídios, assim como os detectados na casca de marmelada-de-cachorro, foram encontrados em cascas de frutas como abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina, variando entre 1,95 a 9,40 g 100g<sup>-1</sup>, m.s., com exceção da casca de abacate com 47,90 g 100g<sup>-1</sup> de lipídios na matéria seca (GONDIM et al., 2005) e em cascas de frutas do cerrado como banha de galinha (1,70 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.), araticum (1,45 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e lobeira (2,09 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (ROESLER et al., 2007). A polpa de marmelada-de-cachorro, também, não pode ser considerada como fonte de lipídios, assim como polpas de frutas como de jabuticaba (0,06-0,21 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (LIMA et al., 2008), banha de galinha (1,93 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) e lobeira (1,58 g 100g<sup>-1</sup>, m.s.) (ROESLER et al., 2007).

Quanto às sementes, o baixo teor de lipídios não é característico, apenas, desta espécie de fruta do cerrado, sendo observado baixos teores em sementes de banha de galinha ( $0,82 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) e cagaita ( $1,00 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (ROESLER et al., 2007).

As frutas, de uma forma geral, não são fontes de proteínas e, para marmelada-de-cachorro, esse macronutriente encontra-se, predominantemente, nas sementes (Tabela 2). Rocha (2011) relatou valor de proteína 26,67% inferior ( $2,75 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.), ao obtido neste estudo, em frutos inteiros de marmelada-de-cachorro. Teores semelhantes foram descritos por Silva et al. (2008) em gabioba ( $3,94 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.), macaúba ( $4,20 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) e murici ( $3,72 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.). Para as frações casca e polpa, os teores de proteína detectados foram bem inferiores aos observados nas mesmas frações de frutos de banha de galinha, cagaita, araticum e lobeira (ROESLER et al., 2007). Já o teor de proteína presente nas sementes de marmelada-de-cachorro pode ser comparado ao de sementes de cagaita ( $9,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.); sendo inferior ao de sementes de araticum ( $13,08 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.), lobeira ( $21,01 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) (ROESLER et al., 2007) e de sementes de chichá, com valores entre  $13,80$  e  $21,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s., conforme relatados por Rocha et al. (2013) e por Silva et al. (2005), respectivamente.

O teor médio de cinzas, observado em frutas frescas, encontra-se entre  $0,2$  e  $1,9 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , na matéria úmida, conforme Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (NEPA-UNICAMP, 2011). Neste estudo, constatou-se que a marmelada-de-cachorro apresentou  $0,73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na matéria mida (m.u.) ( $2,40 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.s.) de cinzas, na fruta *in natura*, estando dentro da média para frutas frescas; semelhante ao valor encontrado por Rocha (2011) para marmelada-de-cachorro do cerrado piauiense ( $0,70 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.u.) e por Silva et al. (2008) para murici ( $0,78 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ , m.u.), porém superior à de frutos como araçá, cagaita, caju-do-cerrado, gabioba, mangaba, pitomba e puçá, com teores

de resíduo mineral fixo variando entre 0,04 e 0,61 g 100g<sup>-1</sup>, m.u. (SILVA et al. 2008) e bem abaixo à outros frutos do cerrado como macaúba (2,3 g 100g<sup>-1</sup>, m.u.), jatobá (5,0 g 100g<sup>-1</sup>, m.u.) (ROCHA et al., 2013) e araticum (1,37 g 100g<sup>-1</sup>, m.u.) (SILVA et al. 2008). Nas frações casca, polpa e sementes, de frutas do cerrado como banha de galinha, cagaita, araticum e lobeira, também, foram detectados baixos teores de cinzas, variando entre 0,23 e 0,77 g 100g<sup>-1</sup>, m.u., na polpa; 0,61 e 0,62 g 100g<sup>-1</sup>, m.u., na casca e; 0,75 e 1,80 g 100g<sup>-1</sup>, m.u., nas sementes (ROESLER et al., 2007).

Os teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH estão apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Acidez titulável, pH e sólidos solúveis de frutos de marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e semente.

Determinações <sup>1</sup>	Casca	Polpa	Semente	Fruto
Acidez titulável (% ác. tartárico)	1,97 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,97 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,99 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,98 ± 0,06 <sup>a</sup>
pH	3,09 ± 0,01 <sup>b</sup>	5,11 ± 0,13 <sup>a</sup>	2,02 ± 0,03 <sup>c</sup>	5,23 ± 0,08 <sup>a</sup>
Sólidos solúveis (°Brix)	18,65 ± 0,16 <sup>c</sup>	23,60 ± 0,27 <sup>a</sup>	18,85 ± 0,14 <sup>c</sup>	21,42 ± 0,11 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Valores constituem media ± desvio-padrão. Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente, pelo teste Tuckey (p > 0,05); Expresso com base na matéria fresca.

O pH, encontrado para a fruta inteira e sua polpa, não apresentou diferença estatística (p > 0,05), podendo classificá-las como de baixa acidez, por conter pH superior a 4,5 (FRANCO, LANDGRAF, 2008), o que foi corroborado pelo baixo valor de acidez titulável, detectado no fruto e na polpa. Resultado semelhante para pH (5,20) foi obtido em frutos inteiros de marmelada-de-cachorro, avaliados por Rocha (2011); porém, o mesmo autor, apontou valores superiores para acidez titulável (3,8%). Já as frações casca e semente, apesar de

apresentarem valores de AT estatisticamente iguais ao da polpa e da fruta ( $p > 0,05$ ), diferiram quanto ao valor de pH entre si, apresentando-se mais ácidas ( $\text{pH} < 4,5$ ). A medida de pH exerce influência na palatabilidade do alimento, no desenvolvimento de microrganismos, na atividade enzimática, na retenção do sabor-odor de produtos de frutas, na verificação do estágio de maturação de frutas, no emprego da esterilização e na escolha da embalagem na qual serão acondicionados os produtos, dentre outros. Da mesma forma, a acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de produtos alimentícios, pois produtos mais ácidos são, naturalmente, mais estáveis, quanto à deterioração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O teor de sólidos solúveis é indicativo dos teores de açúcares solúveis presentes em um alimento e, conseqüentemente, do seu grau de doçura, sendo influenciado por diversos fatores genéticos e ambientais tais como cultivar, clima e solo, dentre outros (QUEIROZ et al., 2012). A polpa de marmelada-de-cachorro apresentou o maior teor de sólidos solúveis, seguida pelo fruto inteiro e, pelas frações semente e casca, que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Os açúcares, constituindo a maior parte dos sólidos solúveis, apresentam-se, principalmente, sob a forma de glicose, frutose e sacarose, o que foi evidenciado na polpa de marmelada-de-cachorro, a qual teve seu percentual de sólidos solúveis representado, majoritariamente, pelos açúcares glicose e frutose, com 7,75 e 7,78  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de polpa fresca, respectivamente, podendo-se classificar a marmelada-de-cachorro como um fruto com elevado grau de doçura. Frutos com altos teores de sólidos solúveis são, geralmente, preferidos para o consumo *in natura* e para a industrialização, por propiciarem maior rendimento no processamento (SANTOS et al., 2010).

Em relação aos fatores antinutricionais, o fruto inteiro e suas frações não apresentaram inibidor de tripsina, assim como não foi detectada a presença de fitatos na casca e na polpa do fruto (Tabela 4). Os taninos, que são dos tipos

condensados e hidrolisáveis, concentraram-se, majoritariamente, nas sementes e cascas, tendo cerca do dobro do conteúdo de taninos da polpa. Teores superiores de taninos foram encontrados por Damiani et al. (2013) em amêndoa de pequi crua ( $1,21 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e não foram detectados em sementes de chichá (SILVA; FERNANDES, 2011). Apesar da ação negativa dos taninos no valor nutritivo de certos vegetais, acarretando em baixa digestibilidade protéica, inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de ferro, os efeitos do tanino à saúde humana, ainda, são questionáveis, devido à limitação de estudos nesta área. É interessante considerar que os taninos, além da relação com alguns problemas no organismo, têm grande ação antioxidante, a qual poderá ser explorada na área de conservação de alimentos (SILVA; SILVA, 1999). O teor de fitato (Tabela 4) na semente de marmelada-de-cachorro foi inferior ao relato em amêndoa de pequi crua de  $2,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  (DAMIANI et al., 2013) e semelhante ao encontrado em amêndoa de baru de  $1,71 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  (TOGASHI; SGARBIERI, 1994). O ácido fítico é considerado antinutricional em virtude da sua capacidade de se ligar a proteínas, amido, minerais (cálcio, fósforo, ferro, zinco) e impedir a digestão desses nutrientes. Porém, vários fatores influenciam a capacidade de complexação dos fitatos, como o tipo de proteína da dieta, número de íons fosfato, concentração dos minerais e do próprio fitato, pH do meio, presença de fitase, taninos, fibras e ácido ascórbico (COZZOLINO, 2012).

**TABELA 4.** Fatores antinutricionais de frutos de marmelada-de-cachorro e de suas frações casca, polpa e sementes.

Fatores antinutricionais <sup>1</sup>	Casca	Polpa	Semente	Fruto
	g 100g <sup>-1</sup>			
Inibidor de tripsina	ND	ND	ND	ND
Taninos	0,932 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,415 ± 0,05 <sup>d</sup>	0,876 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,697 ± 0,05 <sup>c</sup>
Fitatos	ND	ND	0,198 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,065 ± 0,06 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Valores constituem media ± desvio-padrão. Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente, pelo teste Tuckey ( $p > 0,05$ ); Expresso com base na matéria fresca.

Embora as sementes de marmelada-de-cachorro não sejam consideradas fontes de lipídios (Tabela 2), seu perfil de ácidos graxos deve ser considerado, principalmente, quando da possibilidade de descarte desta fração do fruto em processos industriais. Na porção lipídica da semente de marmelada-de-cachorro, observou-se o predomínio de ácidos graxos insaturados (65,28%), dos quais 42,55% foram ácidos monoinsaturados e 57,45% poliinsaturados (Tabela 5).

**TABELA 5.** Composição em ácidos graxos da semente de marmelada-de-cachorro.

Ácidos graxos	g 100g de semente <sup>-1</sup>
Ácido mirístico (C 14:0)	ND < 0,01
Ácido palmítico (C 16:0)	0,16
Ácido esteárico (C 18:0)	0,04
Ácido oléico (C 18:1 w 9)	0,20
Ácido linoléico (C 18:2 w 6)	0,27
Ácido araquídico (C 20:0)	0,01
Ácido cis-11-eicosenóico (C 20:0 w 11)	ND < 0,01
Ácido alfa linolênico (C 18:3 w 3 a)	ND < 0,01
Ácido behênico (C 22:0)	0,01
Saturados	0,22
Monoinsaturados	0,20
Poliinsaturados	0,27
Ômega 3	ND < 0,01
Ômega 6	0,27
Trans-isômeros totais	ND < 0,01

O ácido linoléico, que é um ácido graxo essencial, está presente em maior concentração (37,50%), seguido pelo ácido oléico (27,78%) e pelo ácido graxo saturado palmítico (22,22%). Os ácidos linoléico e alfa-linolênico são necessários para manter, sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos; participando, também, da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular, sendo denominados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo (MARTIN et al., 2006). Já os monoinsaturados, como o oléico, auxiliam na redução do colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (*Low Density Lipoprotein* - LDL) sem reduzir a lipoproteína de alta

densidade (*High Density Lipoprotein* - HDL) (LÓPEZ et al., 2009). Logo, a semente de marmelada-de-cachorro apresenta ácidos graxos importantes para compor uma dieta saudável.

A composição de aminoácidos da semente de marmelada-de-cachorro, os requerimentos mínimos estabelecidos para crianças de 2 à 5 anos de idade (FAO/WHO, 1991) e o escore de aminoácidos encontram-se na Tabela 6.

Os principais aminoácidos encontrados na semente de marmelada-de-cachorro foram os não essenciais ácido glutâmico (20,78%) e aspártico (11,40%). Entretanto, todos os aminoácidos essenciais avaliados evidenciaram teores bem inferiores, em relação ao padrão sugerido pela FAO/WHO (1991), indicando que a semente de marmelada-de-cachorro não pode ser considerada como fonte de aminoácidos essenciais, diferentemente de sementes de jatobá-do-cerrado (MATUDA; NETTO, 2005), as quais os únicos aminoácidos deficitários, comparados ao padrão (FAO/WHO, 1991), foram os sulfurados (metionina + cisteína) e treonina. A limitação da proteína da semente de marmelada-de-cachorro é mais significativa em se tratando dos aminoácidos essenciais lisina (1º limitante) e treonina (2º limitante) em relação ao padrão da FAO/WHO (1991).

**TABELA 6.** Composição em aminoácidos da fração protéica da semente de marmelada-de-cachorro, recomendação de aminoácidos essenciais e escore de aminoácidos.

Aminoácidos	Semente (mg g de proteína <sup>1</sup> )	Recomendado FAO/WHO <sup>1</sup>	Escore de aminoácidos <sup>2</sup>
<b>Essenciais</b>			
Histidina	2,1	19	11,05
Treonina	2,7	34	7,94
Valina	4,3	35	12,29
Metionina + cisteína	3,4	25	13,60
Isoleucina	3,8	28	13,57
Leucina	6,8	66	10,30
Fenilalanina + tirosina	6,6	63	10,48
Lisina <sup>3</sup>	3,4	58	5,86
Triptofano	1,9	11	17,27
<b>Não essenciais</b>			
Ácido aspártico	10,2	-	-
Ácido glutâmico	18,6	-	-
Serina	4,3	-	-
Glicina	5,0	-	-
Arginina	7,1	-	-
Alanina	5,1	-	-
Prolina	3,9	-	-

<sup>1</sup>Padrão de aminoácidos requerido para crianças de 2 a 5 anos (FAO/WHO, 1991).;

<sup>2</sup>Escore de aminoácidos = (aminoácido teste x 100)/aminoácido de referência;

<sup>3</sup>Aminoácido mais limitante.

A caracterização física e química da fruta marmelada-de-cachorro e de suas frações, por si só, não é suficiente para considerá-la de alto valor nutricional, uma vez que, a biodisponibilidade de nutrientes é essencial na determinação do valor nutritivo de um alimento. Como estudos acerca das características deste fruto do cerrado, ainda, são insipientes, são necessárias pesquisas que determinem a composição em macronutrientes, vitaminas e minerais, e a biodisponibilidade destes nutrientes, além da utilização dos frutos e de suas frações no processamento de alimentos com elevado valor agregado.

## CONCLUSÕES

O fruto de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) apresenta tamanho médio, formato levemente arredondado, elevado número de sementes, com alto rendimento em polpa, a qual, juntamente com o fruto inteiro e a casca, destacam-se pelos elevados teores de carboidratos e sólidos solúveis, baixa acidez, teores razoáveis de fibras alimentares, ausência e/ou baixos níveis de fatores antinutricionais, demonstrando ser, o fruto inteiro, alternativa para o mercado de frutas *in natura*; bem como, juntamente com a polpa e casca, matéria-prima para a agroindústria de derivados de frutas.

As sementes, além de elevados teores de carboidratos e sólidos solúveis, destacam-se por apresentarem baixa umidade, ausência de inibidor de tripsina, baixos níveis de fitatos e taninos, e ácidos graxos importantes para uma dieta saudável como o linoléico e oléico. No entanto, apesar dos níveis de proteínas mais elevados que no fruto inteiro e nas frações casca e polpa, o perfil de aminoácidos da semente não a classifica como fonte de aminoácidos essenciais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES, FAPEMIG e CNPq e à Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás – UFG, por

ter cedido o pomar experimental com espécies nativas do cerrado para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18.ed. Maryland, USA, 2005.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464p.

ALVES, A.M.; ALVES, M.S.O.; FERNANDES, T.O.; NAVES, R.V.; NAVES, M.M.V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.3, p.837-844, 2013.

ANDERSON, J.W.; BAIRD, P.; DAVIS, R.H., FERRERI, S.; KNUDTSON, M.; KORAYM, A.; WATERS, V.; WILLIAMS, C.L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v.67, n.4, p.188–205, 2009

APPROBATO, A.U.; GODOY, S.A.P. Levantamento de diásporos em áreas de Cerrado no Município de Luiz Antônio, SP. **Hoehnea**, v.33, n.3, p.385-401, 2006.

ATWATER, W.O.; WOODS, C.D. **The Chemical Composition of American Food Materials**. Washington: Government Printing Office, 1896. 46p. (Bulletin n. 28)

ARNON, R.P.. **Methods in enzymology**, New York, v.19, p.226-234, 1970.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

BURGNER, E.; FEINBERG, M. Determination of mono- and disaccharides in foods by interlaboratory study: quantification of bias components for liquid chromatography. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 443-464, 1992.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação das sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4ª ed. Barueri: Manole; 2012.

CRUZ, L.S.; LIMA, R.Z.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; PINTO, L.M.A. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia Gefner. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2280-2284, 2013.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T.L.; COSTA, N.V.; MEDEIROS, N.X.; SILVA, A.G.M.; SILVA, F.A.; LAGE, M.E.; BECKER, F.S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.1, p.71-78, 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Code of Federal Regulations**. USA: FDA, 2013. 650p. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2013-title21-vol2/pdf/CFR-2013-title21-vol2.pdf>> Acesso em: 12 jan. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FIRESTONE, D. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. 6th. ed. Urbana: AOCS, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). **Protein quality evaluation**. FAO Food and Nutrition paper n. 51, Roma, 1991. 66 p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.

GANGA, R.M.D.; FERREIRA, G.A.; CHAVES, L.J.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.101-113, 2010.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.825-827, 2005.

HAGEN, S.R.; FROST, B.; AUGUSTI, J. Pre-column phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of aminoacids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.72, n.6, p.912-916, 1989.

HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L. G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.26, n.4, p.809-812, 1978.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid Preparation of Fatty Acid Methyl Esters from Lipids. **Laboratory Practice**, London, v.22, n.8, p.475-476, 1973.

HORWITZ, W. (Ed). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC, 2010

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.28, n.6, p.1313-1315, 1980.

LIMA, A.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A.; TORRES, R.P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.695-698, 2007.

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

LÓPEZ, A.M.; MORE, R.A.L; SERRA, J.D. Hipercolesterolemia: abordaje terapéutico. **Análes de Pediatría**, Barcelona, v.70, n.5, p.488-496, 2009.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v.2. 2002. 368p.

MANN, J.I.; CUMMINGS, J.H. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.19, n.3, p.226-229, 2009.

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

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MATHEUS, M.T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S.A.S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo - *Alibertia sessilis* Schum. – (Rubiácea). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n.3, p.60-61, 2008.

MATUDA, T.G.; NETTO, F.M. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.353-357, 2005

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da Universidade Estadual de Campinas - NEPA-UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4ª ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.

QUEIROZ, E.R.; ABREU, C.M.P.; OLIVEIRA, K.S. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1174-1179, 2012.

ROCHA, M.S. **Compostos bioativos e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2011.

ROCHA, M.S.; FIGUEIREDO, R.W.; ARAÚJO, M.A.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.933-941, 2013.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

SANTOS, M.B.; CARDOSO, R.L.; FONSECA, A.A.O.; CONCEIÇÃO, M.N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SILVA, A.G.M.; FERNANDES, K.F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chicha (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). **Revista de Nutrição**, Campinas, v.24, n.2, p.305-314, 2011.

SILVA, M.R.; LACERDA, D.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, D.M.O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, Araraquara, v.12, n.1, p. 5-19, 1999.

SILVA, T.L.L.; BECKER, F.S.; TOGUCHI, M.Y.; VILAS BOAS, E.V.B.V.; DAMIANI, C. Aplicabilidade tecnológica da marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.263-271, 2013.

SPIES, J.R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemists**, v.39, n.1412-1415, 1967.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipterix alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.14, n.1, p. 85-95, 1994.

TOLEDO, F.F. Composição química das sementes. In: TOLEDO, F.F. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. p.45-50.

VALLILO, M.I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.241-244, 2005.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; KRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino acid analysis of food materials. **Journal Automatic Chemistry**, v.8, p.170-177, 1986.

(VERSÃO PRELIMINAR)

**ARTIGO 3 Atividade antioxidante (*in vitro*) de extratos de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)**

Fernanda Salamoni Becker<sup>1</sup> · Clarissa Damiani<sup>2</sup> · Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia<sup>2</sup> · Adriane Alexandre Machado de Melo<sup>3</sup> · Eduardo Valério de Barros Vilas Boas<sup>1</sup>

**Artigo a ser submetido à revista Plant Foods for Human Nutrition - ISSN: 1573-9104, sendo apresentado segundo normas de publicação da revista.**

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos, CP 3037, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil, e-mail: fsb.fernanda@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás, Departamento de Ciência dos Alimentos, CP 131, CEP 74690-900, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo, Departamento de Ciência dos Alimentos, Avenida Lineo Preste, n.580, CEP 05508-900, São Paulo, Brasil.

**Abstract:** The objective of this research was to investigate the composition of carotenoids, anthocyanins and ascorbic acid in the marmelada-de-cachorro fruit, and evaluate their composition in total phenolics, total flavonoids and their antioxidant activity in vitro using different solvent systems and methods of determination . Were used as extraction solvents water, ethanol 90%, acetone 70% and methanol 50% and the methods for determining of the antioxidant activity, FRAP, ABTS, DPPH and ORAC test. The results indicated that the marmelada-de-cachorro fruit showed intermediate levels of ascorbic acid, anthocyanins and carotenoids when compared to other fruits. The solvents ethanol (90%) and water were the most efficient in the extraction of total flavonoids and total phenolics and, in the determination of the antioxidant activity, in all methods. ORAC and FRAP were the trials that showed higher reproducibility of the antioxidant activity of the marmelada-de-cachorro fruit and those with higher correlations with the contents of total phenolics and total flavonoids.

**Keywords:** savanna fruit, phenolic compounds, ethanol extract, aqueous extract, FRAP, ORAC.

### **Abreviações**

DPPH

### **Introdução**

O Brasil possui grande número de espécies frutíferas nativas e exóticas com potencial interesse para o consumo *in natura* e para a agroindústria, além de provável fonte de renda para populações locais. Esses frutos representam oportunidade para produtores locais de ganhar acesso aos mercados especiais, nos quais os consumidores dão ênfase à presença de nutrientes, capazes de prevenir doenças degenerativas (Alves et al., 2008).

O consumo de frutas e hortaliças tem sido associado à menor incidência de mortalidade por diversas doenças crônicas não transmissíveis tais como câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. A proteção que esses alimentos oferecem contra as enfermidades degenerativas, está associada ao seu elevado teor de constituintes químicos com propriedades importantes, como antioxidantes (vitaminas C e E, carotenoides e polifenóis) (Hinneburg et al., 2006).

A marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) é uma espécie arbustiva de importância frutífera e medicinal no bioma Cerrado, cuja madeira é empregada para lenha e carvão; as folhas são consumidas por bovinos e; juntamente com seus ramos; são utilizadas na forma de cataplasma, compressa ou banho no tratamento de afecções da pele (Almeida et al., 1998; Lorenzi, 2002). Seus frutos são muito apreciados por pássaros da região, amadurecendo entre os meses de novembro e fevereiro, com formato bacóide, globulosos, com 1,5 à 3,0 cm de diâmetro, epicarpo de coloração atropurpúreo (negro-violáceo), mesocarpo carnoso, com polpa de coloração castanho-esverdeada escura, contendo numerosas sementes (Lorenzi, 2002; Matheus et al., 2008). Normalmente, consumidos *in natura* e com casca e semente, os frutos de marmelada-de-cachorro são usados no preparo de tortas, doces, sucos e refrescos pela população local (Almeida et al., 1998).

Pesquisas a respeito do valor nutritivo e funcional da fruta marmelada-de-cachorro são escassas, sendo necessárias investigações que abordem sua composição em fitoquímicos e sua atividade antioxidante, de modo a possibilitar melhor indicação para seu consumo, tanto na forma *in natura*, como matéria-prima para a indústria de alimentos. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi investigar a composição em carotenoides, antocianinas e ácido ascórbico, na fruta marmelada-de-cachorro, e avaliar sua composição em fenólicos totais,

flavonoides totais e sua atividade antioxidante *in vitro*, utilizando diferentes sistemas de solventes e métodos de determinação.

## **Material e Métodos**

### **Material**

Frutos maduros de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.), caracterizados pela coloração negro-violáceo (atropurpúreo) da casca, foram colhidos no mês de dezembro de 2012, em pomar experimental, localizado na Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), Goiânia-GO, sob as coordenadas geográficas 16°35'12" de latitude sul e 49°21'14" de longitude oeste, a 730 m de altitude, em solo classificado como latossolo vermelho-escuro. Imediatamente após a coleta, os frutos foram lavados em água corrente, sanificados com solução de hipoclorito de sódio (200 µL L<sup>-1</sup>/15 min), drenados, congelados com nitrogênio líquido e armazenados em *freezer* (-18 °C).

### **Obtenção dos extratos**

Os extratos foram preparados, separadamente, homogeneizando-se 2,5 g de tecido congelado de marmelada-de-cachorro (polpa e casca) com as soluções extratoras: água, etanol, metanol 50% e acetona 70%, nas razões 1:10 (m/v); e éter etílico, na razão 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, transferidos para balão volumétrico, com volumes finais ajustados para 50 mL para o extrato etéreo e 25 mL para os demais extratos; acondicionados em frascos de vidro âmbar e armazenados em *freezer* à -18 °C até a realização das análises. Os extratos foram obtidos em triplicata.

#### Determinação de compostos fenólicos totais (PT)

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada, utilizando-se reagente de Folin-Ciocalteu, método que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos da amostra com concomitante formação de complexo azul, cuja intensidade aumenta linearmente à 750 nm, conforme metodologia descrita por Waterhouse (2002). O teor total de fenóis, de cada extrato, foi baseada no estabelecimento da curva padrão de ácido gálico, na faixa de 5 à 50 mg L<sup>-1</sup>, e os resultados expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de massa fresca. A quantificação dos compostos fenólicos, nos extratos da fruta, foi realizada em triplicata.

#### Determinação de antocianinas

O conteúdo de antocianinas foi determinado, em triplicata, pelo método colorimétrico, proposto por Francis (1982). Homogeneizou-se 0,5 g de tecido congelado de marmelada-de-cachorro (polpa e casca), com 10 mL de solução de etanol 95% + ácido clorídrico (HCl) 1,5 N, previamente preparada (85:15), para obtenção do extrato, o qual foi transferido para balão volumétrico de 25 mL, completando-se o volume com etanol 95% + HCl 1,5N (85:15). A solução permaneceu em repouso por 12 horas, sob refrigeração; quando, então, foi filtrada e a absorbância lida logo em seguida, em espectrofotômetro digital (Biospectro SP-220). A leitura foi realizada à 535 nm e o teor de antocianinas totais foram expressos em mg 100g<sup>-1</sup> de amostra, utilizando-se a fórmula:

$$\text{Antocianinas (mg)} = (\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição})/98,2.$$

Na qual, o fator de diluição foi obtido pela razão da gramatura da amostra (0,5 g) e o volume de diluição (25 mL); o resultado correlacionado para 1 mL (quantidade de gramas de amostra em 1mL da solução) e extrapolado para 100 g de amostra.

#### Determinação de flavonoides totais

O conteúdo de flavonoides totais (TF) dos extratos foram determinados, de acordo com o teste colorimétrico desenvolvido pela Zhishenet al. (1999). Um mL do extrato, adequadamente diluído, foram misturados com 4 mL de água destilada. No tempo zero, 0,3 mL de  $\text{NaNO}_2$  (5% w/v) foram adicionados. Após 5 min, foram adicionados 0,3 mL de  $\text{AlCl}_3$  (10% w/v e, após 6 min, foram adicionados 2 mL de uma solução 1 M de NaOH. Depois disso, o volume foi, imediatamente, completado até 10 mL, com a adição de 2,4 mL de água destilada. A mistura foi agitada vigorosamente e a absorbância da mistura lida à 510 nm. A curva padrão foi linear entre 25 e 100  $\text{mg L}^{-1}$  de catequina e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de catequina (ECQ) por 100 g de massa fresca.

#### Determinação de carotenoides

Na determinação de carotenoides totais, a extração foi efetuada, de acordo com Higby (1962), homogeneizando-se 10 g de tecido congelado de marmelada-de-cachorro (polpa e casca) com 40 mL de solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1). O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 mL, envolvido em alumínio, no qual completou-se o volume com água destilada. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais quatro vezes. Filtrou-se o conteúdo, com algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro à 99%, para um balão volumétrico de 50 mL, envolto com alumínio, no qual foram adicionados 5 mL de acetona a 99,5% e completado o volume com hexano a 98,5%. Procedeu-se a leitura dos carotenoides em espectrofotômetro (BiospectroSP-220) à 450 nm. Para o cálculo do teor de carotenóides totais utilizou a fórmula seguinte:

$$\text{Carotenóides (mg } 100\text{g}^{-1}) = (A \times 100) / 250 \times L \times W$$

Na qual, A = absorvância lida; L = largura da cubeta; e W = quociente original entre a amostra inicial e o volume final da diluição. A quantificação de carotenóides totais da fruta foi realizada em triplicata.

#### Determinação de ácido ascórbico

A concentração de ácido ascórbico foi determinada, em triplicata, segundo Strohercher & Henning (1967), método pelo qual o ácido ascórbico é oxidado a ácido de-hidroascórbico pelo 2,6-diclorofenol-indofenol, conferindo cor azul à solução. Em seguida, o ácido de-hidroascórbico reage com 2,4-dinitrofenil-hidrazina, na presença de tioureia a quente, para formar 2,4-dinitrofenil-hidrazona. O papel da tioureia é evitar a decomposição do ácido de-hidroascórbico, durante a condensação com a 2,4-dinitrofenil-hidrazina. Esta é dissolvida em ácido sulfúrico 85%, originando coloração avermelhada. O máximo de absorvância dá-se entre 520 e 525 nm.

#### Determinação da atividade antioxidante

Para o ensaio ABTS, o procedimento seguiu o método de Nenadis et al. (2004) e modificado por Rufino et al. (2007). A absorvância foi medida em espectrofotômetro (BiospectroSP-220) à 734 nm, no tempo de 6 minutos após a adição da amostra. A curva padrão foi linear entre 100 e 1500  $\mu\text{M}$  Trolox e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  de equivalentes trolox (ET)/ g de massa fresca. Diluição adicional foi necessária, pois o valor mensurado para FRAP extrapolou o intervalo linear da curva padrão.

O método do DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil) foi realizado, de acordo com o método de Brand-Williams et al. (1995), com modificações segundo Borguini (2006). O grau de descoloração do radical DPPH dos extratos, pela ação dos antioxidantes, foi lido espectrofotometricamente (BiospectroSP-220) à 517 nm. A curva padrão foi linear entre 25 e 800  $\mu\text{M}$  Trolox e os resultados foram

expressos em  $\mu\text{M ET/g}$  de massa fresca. Diluição adicional foi necessária, pois o valor mensurado para DPPH extrapolou o intervalo linear da curva padrão.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método de redução do ferro (FRAP - *FerricReducingAntioxidant 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 593 nm. A curva padrão foi linear entre 25 e 800  $\mu\text{M Trolox}$  e os resultados foram expressos em  $\mu\text{M ET/g}$  de massa fresca. Diluição adicional foi necessária, pois o valor mensurado para FRAP extrapolou o intervalo linear da curva padrão.

Na capacidade de absorção do radical oxigênio (ORAC) utilizou-se metodologia descrita por Prior et al., (2003), em leitor de placas automático (KC4, BioTek, EUA) com placas de 96 poços. As análises foram realizadas em tampão fosfato pH 7,4 a 37 °C. Radical peróxido foi gerado, usando 2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidroclorato que foi preparado, imediatamente, antes de cada corrida. A fluoresceína foi utilizada como o substrato. As condições de fluorescência foram: excitação a 485 nm e emissão a 520 nm. A curva padrão foi linear entre 0 e 50  $\mu\text{M Trolox}$  e os resultados expressos como  $\mu\text{M ET/g}$  de massa fresca.

#### Análise estatística

Os dados foram analisados, utilizando o software SPSS. Análise de variância (ANOVA) e teste de comparação múltipla de Duncan foram usados para comparar as diferenças significativas entre as amostras e solventes. Os valores foram expressos em média  $\pm$  desvio-padrão. As diferenças foram consideradas significativas para  $P < 0,05$ . As correlações entre os dados obtidos foram calculados, por meio do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ). A classificação de intensidade da correlação para  $p < 0,01$ , considerou muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm$

1,00), forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ), média ( $r \pm 0,51$  a  $\pm 0,70$ ) e fraca ( $r \pm 0,31$  a  $\pm 0,50$ ) (Guerra & Liveira, 1999).

### **Resultados e Discussão**

Os antioxidantes não enzimáticos, mais encontrados em frutas e hortaliças, são o ácido ascórbico,  $\alpha$ -tocoferol, os carotenoides como  $\beta$ -caroteno e licopeno, e os compostos fenólicos como flavonóis e antocianinas (Bouayed & Bohn, 2010; Caroch & Ferreira, 2013). Os teores de ácido ascórbico, antocianinas e carotenoides totais, presentes na fruta marmelada-de-cachorro, estão apresentados na Tabela 1.

A marmelada-de-cachorro apresentou teor de ácido ascórbico inferior ao encontrado em frutas tradicionais (peso fresco) como goiaba (218,00 mg 100g<sup>-1</sup>), caju (219,00 mg 100g<sup>-1</sup>) e acerola (1457,69 mg 100g<sup>-1</sup>), esta última, considerada fonte de vitamina C (Freire et al., 2013). Os resultados mostraram teor de ácido ascórbico superior ao encontrado para a mesma fruta (119,40 mg 100g<sup>-1</sup>), oriunda do cerrado Piauiense (Rocha, 2011), o que justifica-se pela variação de acordo com a variedade do vegetal, parte do alimento analisada, região e condições de cultivo (Lee & Kader, 2000). Comparando-se a frutas brasileiras tropicais e não tradicionais, observou-se que a marmelada-de-cachorro apresentou teores de ácido ascórbico próximo ao da fruta murici (148 mg 100g<sup>-1</sup>); superior ao de frutas como açaí, cajá, jambolão, puçá coroa-de-frade, puçá preto, umbu e uvaia com teores de 84,0; 26,5; 112; 41,1; 28,9; 18,4 e 39,4 mg 100g<sup>-1</sup> na matéria fresca, respectivamente; e inferior ao teor encontrado em frutas como camu-camu (1882 mg 100g<sup>-1</sup>), jabuticaba (238 mg 100g<sup>-1</sup>), juçara (186 mg 100g<sup>-1</sup>), mangaba (190 mg 100g<sup>-1</sup>) e murta (181 mg 100g<sup>-1</sup>) (Rufino et al., 2010).

A concentração de antocianinas, encontrada em marmelada-de-cachorro, foi semelhante à relatada por Rocha (2011), em frutas da mesma espécie, coletadas

no cerrado Piauiense (4,30 mg 100g<sup>-1</sup>) e inferior a de frutas (peso fresco) como framboesa: 10-60 mg 100g<sup>-1</sup>, morango: 15-35 mg 100g<sup>-1</sup>, uva vermelha: 30-375 mg 100g<sup>-1</sup> e mirtilo: 25-497 mg 100g<sup>-1</sup>, nas quais, o conteúdo de antocianinas, apresenta ampla variação (Delgado Vagas & Paredes-Lópes, 2003). Teores próximos de antocianinas foram observados em frutas não-tradicionais brasileiras como puçá coroa-de-frade (3,7 mg 100g<sup>-1</sup>), carnaúba (4,1 mg 100g<sup>-1</sup>), gurguri (3,3 mg 100g<sup>-1</sup>) (Rufino et al., 2010), cagaita (0,38 mg 100g<sup>-1</sup>), cajuí (0,22 mg 100g<sup>-1</sup>) e macaúba (0,57 mg 100g<sup>-1</sup>) (Rocha et al., 2013); e superiores em frutas, também de coloração arroxeadas, como açaí, camu-camu, jabuticaba, jambolão, murta e puçá-preto, com teores variando entre 42,2 e 143 mg 100<sup>-1</sup> de matéria fresca (Rufino et al., 2010).

As antocianinas são um grupo de compostos fenólicos solúveis em água, responsáveis pela coloração vermelha, violeta e azul em frutas e hortaliças; e são os principais metabólitos encontrados em frutas como mirtilos, amoras e framboesas (Szajdek & Borowska, 2008; Sariburun et al., 2010). Compostos fenólicos, como as antocianinas, tem indicado variedade de propriedades biológicas, tais como atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e cardioprotetora (Bouayed & Bohn, 2010). Além disso, a alta ingestão de frutas e hortaliças, ricas em compostos fenólicos, tem sido associada a riscos reduzidos de doenças crônicas, incluindo câncer e doenças cardiovasculares (Boeing et al., 2012).

Quanto ao teor de carotenoides totais, os resultados mostraram que a marmelada-de-cachorro apresentou teores semelhantes aos encontrados em frutas como cajá, caju, camu-camu, carnaúba, jabuticaba, jambolão, mangaba e murta, cujos teores variaram entre 0,3 e 0,7 mg 100g<sup>-1</sup> de matéria fresca; e inferiores à frutas como açaí (2,8 mg 100g<sup>-1</sup>), acerola (1,4 mg 100g<sup>-1</sup>), murici (1,1 mg 100g<sup>-1</sup>), puçá coroa-de-frade (3,4 mg 100g<sup>-1</sup>), puçá preto (4,2 mg 100g<sup>-1</sup>), umbu (1,0 mg 100g<sup>-1</sup>) e uvaia (1,7 mg 100g<sup>-1</sup>) (Rufino et al., 2010). Os

carotenóides representam classe de pigmentos naturais, encontrados em frutas e vegetais, sendo que alguns representantes, dessa classe, atuam como precursores da vitamina A e apresentam função regulatória e alta capacidade antioxidante; e, dado a essa função, eles têm sido associados à prevenção de neoplasias, ao aumento da atividade do sistema imunológico, além de estarem relacionados à prevenção da maioria das doenças crônicas não-transmissíveis (Fernández-Garcia et al., 2012).

Os compostos fenólicos, dentre eles os flavonoides, são metabólitos secundários produzidos, principalmente, por planta se constituem-se um dos mais numerosos grupos de produtos naturais amplamente distribuídos no reino vegetal (Tsao, 2010). Os teores de fenólicos totais e teor de flavonoides totais, dos extratos da fruta marmelada-de-cachorro, obtidos a partir de diferentes solventes, estão apresentados na Tabela 2.

Solventes como metanol, etanol, acetona, propanol, acetato de etila e dimetilformamida, têm sido utilizados para a extração de compostos fenólicos de produtos frescos, em diferentes concentrações na água (Antolovich et al., 2000; Luthria & Mukhopadhyay, 2006). A recuperação de polifenóis, a partir de materiais de plantas, é influenciado pela solubilidade dos compostos fenólicos no solvente utilizado para o processo de extração, sendo que a polaridade do solvente desempenha papel fundamental no aumento da solubilidade de compostos fenólicos (Nacz & Shahidi, 2006). De acordo com Allothman et al. (2009), é difícil desenvolver um procedimento de extração padrão que seja adequado para a recuperação de todos os compostos fenólicos presentes nos vegetais; e que, normalmente, solventes menos polares, como acetona e metanol, são considerados mais adequados para a extração de fenóis lipofílicos.

A partir dos resultados mostrados na Tabela 2, é evidente que a recuperação de compostos fenólicos foi dependente do solvente utilizado e da sua polaridade. A maior recuperação de fenólicos totais e flavonoides totais foram obtidos

utilizando-se água, seguida pelos solventes etanol 90%, acetona 70% e metanol 50%, com diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ). Etanol e água são, normalmente, utilizados para a extração de fenóis em materiais vegetais (Durling et al., 2007; Fu et al., 2011) tais como frutos do cerrado (Roesler et al., 2007). Isto se deve à gama de fenóis que as misturas aquosas de etanol podem dissolver, sendo bons sistemas de solventes para extração de antioxidantes polares, além de apresentar maior aceitabilidade para o modelo sustentável de consumo humano (Alothman et al., 2009).

O extrato etanólico (90%), da fruta marmelada-de-cachorro, apresentou teor de fenólicos totais próximos aos observados em extrato etanólico (50%) de uva vermelha (80,28mg EAG  $100g^{-1}$ ) e inferiores a frutas como ameixa preta (88,28 mg EAG  $100g^{-1}$ ), kiwi (87,54 mg EAG  $100g^{-1}$ ), goiaba (194,11 mg EAG  $100g^{-1}$ ) e romã (146,94 mg EAG  $100g^{-1}$ ) (Fu et al., 2011). Alothman et al. (2011), em estudo semelhante, avaliando diferentes sistemas de solventes na recuperação de fenólicos totais e flavonoides totais em abacaxi, banana e goiaba; os autores observaram que houve efeito do solvente na extração e que isto pode variar, conforme a origem do material vegetal avaliado.

Atualmente, muita atenção tem sido dada às capacidades antioxidantes de produtos naturais, especialmente, àqueles que estão presentes na dieta humana, tais como frutas e hortaliças. Os resultados de atividade antioxidante dos extratos da fruta marmelada-de-cachorro, determinada pelos métodos ABTS $\bullet^+$ , DPPH $\bullet$ , FRAP e ORAC, estão apresentados na Tabela 3.

Observou-se influência do solvente utilizado na determinação da atividade antioxidante da fruta marmelada-de-cachorro. Etanol 90% e água apresentaram-se como os melhores solventes na determinação da atividade antioxidante, em todos os métodos avaliados, não havendo diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre eles no ensaio de FRAP. Nos ensaios de ABTS $\bullet^+$  e DPPH $\bullet$ , o etanol 90% apresentou a maior atividade antioxidante, enquanto que a água foi melhor no

ensaio por ORAC. A maior atividade antioxidante, observada nos extratos etanólico (90%) e aquoso, pode ser explicada pela presença de compostos fenólicos e flavonoides, em maior concentração nestes extratos, quando comparados aos demais (Tabela 2).

Os métodos de ORAC e FRAP apresentaram capacidade antioxidante mais elevadas, em todos os solventes utilizados, quando comparados com os demais métodos. O ORAC foi mais sensível que o FRAP na detecção de atividade antioxidante, quando o solvente empregado foi a água, enquanto que no FRAP, obteve-se atividade antioxidante superior ao do ORAC no extrato etanólico (90%), e não diferiu estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) do obtido pelo DPPH•. Estes métodos apresentaram as maiores correlações positivas forte e muito forte com os teores de fenólicos totais e flavonoides totais (Tabela 4). Thaipong et al. (2006), ao estimarem a atividade antioxidante total de extratos obtidos de frutos de goiaba, pelos métodos ABTS•<sup>+</sup>, DPPH•, FRAP e ORAC, verificaram que FRAP foi a técnica mais reprodutível e a que apresentou elevada correlação com os teores de compostos fenólicos. Ou et al. (2001) ao determinarem a capacidade antioxidante de 927 amostras de vegetais e correlacionarem os métodos de ORAC e FRAP, verificaram que os resultados, obtidos pelo método de ORAC, foram mais representativos, uma vez que este método reflete o seqüestro do radical peroxil, enquanto o método de FRAP estima, apenas, a atividade redutora do Fe<sup>3+</sup>, o que não seria relevante em modelos fisiológicos.

Os ensaios de FRAP e DPPH• apresentaram as mesmas tendências, observado pela forte correlação positiva entre seus valores que foi de 0,854. Pode-se inferir que esta correlação é devida ao mesmo mecanismo de ação, ao qual os métodos se baseiam, ou seja, à capacidade que compostos antioxidantes apresentam em reduzir certos radicais como o íon Fe<sup>3+</sup> (método FRAP) e o radical livre DPPH• (método DPPH•). Já, o método ABTS•<sup>+</sup> foi o menos eficiente na determinação da atividade antioxidante da fruta marmelada-de-cachorro e o que apresentou

correlação negativa com o conteúdo de fenólicos totais e flavonoides totais (Tabela 4).

Por meio do teste de correlação de Pearson (Tabela 4), pode-se afirmar que compostos fenólicos foram os principais microcomponentes que contribuíram para a atividade antioxidante da fruta marmelada-de-cachorro, os quais apresentaram correlação positiva forte para o ensaio de FRAP ( $r = 0,899$ ), média para DPPH• ( $r = 0,644$ ) e muito forte para ORAC (0,992). Isto representa uma característica importante, pois indica que quanto maior o teor de compostos fenólicos presentes no fruto, maior a atividade antioxidante, indicando, conseqüentemente, melhor proteção para o organismo quando do consumo destes frutos.

Ressalta-se que estudos que avaliam a atividade antioxidante de frutas podem apresentar discrepância de valores já que esta é influenciada por aspectos ambientais, maturação e variedade da fruta, uso de solventes e modo de extração empregado (Muniz, 2006).

### **Conclusões**

A recuperação de fenóis foi dependente do solvente utilizado. Etanol 90% e água foram os solventes que apresentaram melhor extração de compostos fenólicos e flavonoides totais tendo em vista que a atividade antioxidante obtida com estes solventes foi mais elevada. FRAP e ORAC foram as técnicas mais reprodutíveis, na determinação de atividade antioxidante da fruta marmelada-de-cachorro, e as que apresentaram correlações mais elevadas com os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais.

**Agradecimentos** Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES, FAPEMIG e CNPq e à Escola de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás

- UFG, por ter cedido o pomar experimental com espécies nativas do cerrado para a realização desta pesquisa.

### Referências

- Almeida SP, Proença CEB, Sano SM, Ribeiro JF (1998) Cerrado: espécies vegetais úteis. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF
- Alothman M, Bhat R, Karim AA (2009) Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chem* 115:785-788. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.12.005
- Alves DE, Brito EA, Rufino MSM, Sampaio CG (2008) Antioxidant activity measurement in tropical fruits: a case study with acerola. *Acta Hort* 773:299-305
- Antolovich M, Prenzler P, Robrds K, Ryan D (2000) Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruit. *Analyst* 125(5):989–1009. doi: 10.1039/B000080I
- Boeing H, Bechthold A, Bub A, Ellinger S, Haller D, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Müller MJ, Oberritter H, Schulze M, Stehle P, Watzl B (2012) Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur J Nutr* 51:637–663. doi: 10.1007/s00394-012-0380-y
- Bouayed J, Bohn T (2010) Exogenous antioxidants—Double-edged swords in cellular redox state. Health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. *Oxid Med Cell Longev* 3(4):228-237. doi 10.4161/oxim.3.4.12858
- Borguini RG . Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berser C (1995) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT – Food Sci Technol* 28(1):25-30. doi: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Carocho M, Ferreira IC (2013) A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food Chem Toxicol* 51:15–25. doi: 10.1016/j.fct.2012.09.021

Delgado-Vargas F, Paredes-López O (2003). *Natural colorants for food and nutraceutical uses*. CRC Press, 2003.

Durling NE, Catchpole OJ, Grey JB, Webby RF, Mitchell KA, Foo LY (2007) Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol–water mixtures. *Food Chem* 101(4):1417–1424. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.03.050

Fernández-García E, Carvajal-Lérida I, Jarén-Galán M, Garrido-Fernández J, Pérez-Gálvez A, Hornero-Méndez D (2012) Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Res Int* 46(2):438-450. doi: 10.1016/j.foodres.2011.06.007

Francis FJ. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). *Anthocyanins as Food Colors*. New York: Academic Press, p. 182-205, 1982.

Freire JM, Abreu CMP, Rocha DA, Corrêa AD, Marques NR (2013) Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. *Cienc Rural* 43(12):2291-2296. doi: 10.1590/S0103-84782013005000132

Fu L, Xu B, Xu X, Gan R, Zhang Y, Xia E, Li H (2011) Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chem* 129(2):345-350. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.04.079

Guerra NB, Livera AVS (1999) Correlação entre o perfil sensorial e determinações físicas e químicas do abacaxi cv. pérola. *Rev Bras Frut* 21(1):32-35.

Higby WK (1962) A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene – fortified orange juice. *J Food Sci* 27(1):42-49. doi: 10.1111/j.1365-2621.1962.tb00055.x

Hinneburg I, Damien HJ, Raimo H (2006) Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem* 97(1):122-129. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.03.028

Lee SK, Kader AA (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol Technol* 20(3):207-220. doi: 10.1016/S0925-5214(00)00133-2

Lorenzi H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, v.2. 2002. 368p.

Luthria DL, Mukhopadhyay S (2006) Influence of sample preparation on assay of phenolic acids from egg plant. *J Agr Food Chem* 54(1):41-47. doi: 10.1021/jf0522457

Matheus MT, Bacelar M, Oliveira SAS (2008) Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo - *Alibertia sessilis* Schum. – (Rubiácea). *Rev Caatinga* 21(3):60-61

Muniz MB, Queiroz JM, Figueirêdo RMF, Duarte MEM (2006) Caracterização termofísica de polpas de bacuri. *Ciênc Tecnol Aliment* 26(2):360-368. doi: 10.1590/S0101-20612006000200019

Naczki M, Shahidi F (2006) Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *J Pharm Biomed Anal*, 41(5):1523-1542. doi: 10.1016/j.jpba.2006.04.002

Nenadis N, Wang LF, Tsimidou M, Zhang HY (2004) Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS assay. *J Agric Food Chem* 52(15):4669-4674. doi: 10.1021/jf0400056

Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL (2001) Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem* 49(10):4619-4626. doi: 10.1021/jf010586o

Pulido R, Bravo L, Saura-Calixto F (2000) Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. *J Agric Food Chem* 48(8):3396-3402. doi: 10.1021/jf9913458

Rocha MS. *Compostos bioativos e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense*. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2011.

Rocha MS, Figueiredo RW, Araújo MAM, Moreira-Araújo RSR (2013) Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. Rev Bras Frutic 35(4):933-941. doi: 10.1590/S0100-29452013000400003

Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM (2007) Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Ciênc Tecnol Alim 27(1):53-60. doi: 10.1590/S0101-20612007000100010

Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J (2010) Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. Food Chem 121(4):996-1002. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037

Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto FD. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico 125).

Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto FD Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup>. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico 128).

Sariburun E, Sahin S, Demir C, Türkben C, Uylaser V (2010) Phenolic content and antioxidant activity of raspberry and blackberry cultivars. J Food Sci 75(4):328–335. doi: 10.1111/j.1750-3841.2010.01571.x.

Strohecker R, Henning HM (1967). Analisis de vitaminas: metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

Szajdek A, Borowska EJ (2008) Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. Plant Foods Hum Nutr 63(4):147–156. doi: 10.1007/s11130-008-0097-5

Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-ZevallosL, Byrne DH (2006) Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J Food Comp Anal 19:669-675. doi: 10.1016/j.jfca.2006.01.003

Tsao R (2010) Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients* 2(12):1231-1246. doi: 10.3390/nu2121231

Waterhouse AL. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In: Wrolstad RE. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, 2002. cap.11, p.111-118.

Zhishen J, Mwingcheng T, Jianming W (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64(4):555–559. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00102-2

**Tabela 1.** Teores de ácido ascórbico, antocianinas e carotenoides totais de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)<sup>1</sup>.

Ácido ascórbico	Antocianinas	Carotenoides totais
mg 100g <sup>-1</sup>		
142,3 ± 24,17	4,67 ± 0,23	0,40 ± 0,02

<sup>1</sup>Valores expressos por média ± desvio padrão.

**Tabela 2.** Teores de fenólicos totais e flavonoides totais de extratos de marmelada-de-cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) obtidos a partir de diferentes solventes<sup>1</sup>

Solventes	Fenólicos totais mg EAG 100g <sup>-1</sup>	Flavonoides totais mg ECQ 100g <sup>-1</sup>
Água	94,02 ± 2,37 <sup>a</sup>	39,05 ± 3,44 <sup>a</sup>
Etanol 90%	81,56 ± 1,16 <sup>b</sup>	26,92 ± 2,45 <sup>b</sup>
Acetona 70%	74,71 ± 3,21 <sup>c</sup>	18,67 ± 4,61 <sup>c</sup>
Metanol 50%	61,62 ± 2,53 <sup>d</sup>	14,70 ± 1,42 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Valores expressos por média ± desvio padrão. Médias nas colunas, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ao nível de 5%

**Tabela 3.** Atividade antioxidante de diferentes extratos da fruta marmelada de cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.) determinada pelos métodos ABTS, DPPH, FRAP e ORAC.

Extratos	ABTS <sup>•+</sup>	DPPH <sup>•</sup>	FRAP	ORAC
Água	21,95 ± 0,37 <sup>Cb</sup>	21,85 ± 1,01 <sup>Cb</sup>	29,52 ± 0,46 <sup>Ba</sup>	36,44 ± 0,56 <sup>Aa</sup>
Etanol 90%	24,68 ± 1,01 <sup>Ba</sup>	28,93 ± 0,14 <sup>Aa</sup>	30,25 ± 0,30 <sup>Aa</sup>	24,07 ± 0,64 <sup>Bb</sup>
Acetona 70%	17,59 ± 0,70 <sup>Bc</sup>	16,99 ± 0,76 <sup>Bc</sup>	24,88 ± 0,50 <sup>Ab</sup>	17,92 ± 0,74 <sup>Bc</sup>
Metanol 50%	19,52 ± 0,88 <sup>Ac</sup>	13,90 ± 0,54 <sup>Cd</sup>	15,88 ± 0,14 <sup>Bc</sup>	16,71 ± 0,21 <sup>Bc</sup>

<sup>1</sup>Valores correspondem à média ± desvio-padrão; Letras diferentes, maiúsculas (mesma linha) e minúsculas (mesma coluna), diferem significativamente ao nível de 5%.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre compostos bioativos e atividade antioxidante da fruta marmelada de cachorro (*Alibertia sessilis* Schum.)<sup>1</sup>

<b>R</b>	<b>ABTS•<sup>+</sup></b>	<b>DPPH•</b>	<b>FRAP</b>	<b>ORAC</b>
DPPH•	0,576			
FRAP	0,073	0,854		
ORAC	-0,058	0,500	0,709	
Fenólicos totais	-0,119	0,644	0,899	0,934
Flavonoides totais	-0,019	0,592	0,789	0,992

<sup>1</sup>Significativo a  $p < 0,05$ .

(VERSÃO PRELIMINAR)