

## Composição centesimal e características químicas dos frutos e sementes da mutamba (*Guazuma ulmifolia*)

Rosimeire Mendes Rodrigues<sup>1</sup> ; Gabriela Eustáquio Lacerda<sup>1</sup> ; Rodolfo Castilho Clemente<sup>1</sup> ; Clemilson Antônio da Silva<sup>1</sup> ; Caroline Roberta Freitas Pires<sup>1</sup> ; Guilherme Nobre Lima do Nascimento<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil. Laboratório de Ciências Básicas e da Saúde (LaCiBS). Complexo de Laboratórios de Nutrição. Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Plano Diretor Norte. CEP.77001-090, Palmas-TO.

\*Autor para correspondência: rose-engal@uft.edu.br

**RESUMO:** A *Guazuma ulmifolia* é uma planta medicinal da família Malvaceae com ampla dispersão geográfica. Os frutos apresentam sabor doce e um cheiro picante e agradável, podendo ser consumidos *in natura* ou processados. O presente estudo analisou as características químicas consideradas como variáveis da qualidade e a composição centesimal da semente, do fruto verde e maduro da mutamba (*G. ulmifolia*). Os frutos e sementes de *G. ulmifolia* apresentaram quantidades consideráveis de fibras, proteínas, bem como elevado valor energético. Os frutos verdes apresentaram maior teor de amido total (22,31%), amido disponível (16,92%), e vitamina C (14,14%). Menor valor de pH (4,68), maior acidez (1,45%), sólidos solúveis (24,6%), açúcares solúveis (14,74), açúcares redutores (8,88%) e amido resistente (6,79%) foram observados para os frutos maduros. As sementes apresentaram maior pH (5,50) e pectina (1,12%), menor acidez (0,96%), sólidos solúveis (8,2%), açúcares solúveis (1,91) e açúcares redutores (0,61%). No perfil cromatográfico foi identificado quatro açúcares sendo eles glicose, frutose, melibiose e melezitose. As variáveis de qualidade estudadas permitem afirmar que frutos e sementes da mutamba são matérias primas em potencial para uso pela indústria de alimentos. Foram classificados como alimentos poucos ácidos e de baixo teor de vitamina C, mas demonstraram ser boas fontes de amido, pectina e açúcares não digeríveis. Palavras-chave: Mutamba, Amido resistente, Aproveitamento integral, Melibiose.

**ABSTRACT:** Proximate analysis and chemical characteristics of fruits and seeds of mutamba (*Guazuma ulmifolia*). The *Guazuma ulmifolia* is a native medicinal plant and fruit Malvaceae family with wide geographical dispersion. The present fruits flavorsweet and spicy and pleasant smell and can be eaten raw or processed. This study analyzed the chemical characteristics considered as quality variables and the chemical composition of the seed, green and ripe fruit of mutamba (*G. ulmifolia*). The fruit and seeds *G. ulmifolia* showed considerable amounts of fiber, protein and a high energy value. The green fruit had higher total starch content (22.31%), available starch (16.92%) and vitamin C (14.14%). Lower pH (4.68), higher acidity (1.45%), soluble solids (24.6%), soluble sugars (14.74), reducing sugars (8.88%) and resistant starch (6.79%) were observed for the mature fruits. The seeds showed higher pH (5.50) and pectin (1.12%), less acid (0.96%), soluble solids (8.2%), soluble sugars (1.91) and reducing sugars (0.61%). In the chromatographic profile was identified four sugars and they glucose, fructose, melibiose and melezitose. The quality variables allows us to state that the fruits and seeds can be used for industrial processing. Although they have been classified as few food acids and low in vitamin C, it proved to be good sources of starch, pectin and non-digestible sugars. Keywords: Mutamba, resistant starch, Total utilization, Melibiose.

### INTRODUÇÃO

A flora nativa brasileira apresenta uma diversidade de espécies frutíferas, algumas espécies pouco conhecidas, mas que despontam como potencialidades para o mercado de frutos *in natura*, bem como para aproveitamento industrial. O bioma

do Cerrado se caracteriza por disponibilizar frutos com elevado potencial econômico e nutricional, e esse fator tem despertado no mercado nacional e internacional o interesse pelos frutos nativos do cerrado (Ribeiro et al. 2017).

A mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) é uma

espécie nativa pertencente à família Malvaceae que apresenta ampla dispersão geográfica na América do Sul e Central. No território brasileiro encontra-se distribuída da Amazônia até o Paraná, com registro de ocorrência nos estados do Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Tocantins e Acre. Na Ásia e África tropical ocidental foi introduzida e é amplamente cultivada (Viana et al. 2011).

O fruto verde mucilagenoso é comestível cru ou cozido. O fruto maduro é lenhoso, apresenta sabor doce e um cheiro picante e agradável (Francis 1991). Os frutos maduros adocicados, os frutos verdes e também as sementes da mutamba são amplamente utilizados em práticas caseiras da medicina popular, utilizados na alimentação humana e animal, além de fornecer mucilagem artesanal. Na alimentação humana, os frutos são consumidos frescos, secos, crus ou cozidos. Quando secos são utilizados no preparo de chás, paçoca doce e ainda para produção de licores e vinhos (Carvalho 2007; Muniz 2008; Viana et al. 2011).

Pesquisas voltadas para o aproveitamento integral de frutos nativos e uma possível inclusão da farinha dos frutos da *G. ulmifolia* no preparo de pães, biscoitos e outros alimentos, como fonte alternativa de carboidratos e proteínas na dieta, estão em andamento. No entanto, estudos das características químicas dos frutos e semente da mutamba são escassos e poucos dados estão disponíveis na literatura.

Dentre as características químicas mais utilizadas na avaliação da qualidade dos frutos consideram-se as mais comuns: teor de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT), relação SS/ATT, açúcares redutores, açúcares solúveis, substâncias pécticas e vitamina C, bem como a avaliação de minerais, lipídios, fibras e proteínas que também constituem importantes informações a respeito do valor nutricional do alimento e sua possível inclusão na dieta (Chitarra e Chitarra 2005).

Diante da escassez de informações referente às características, que se constituem em ferramentas básicas para a avaliação da qualidade nutricional do fruto *in natura* e do potencial de utilização tecnológica deste na indústria alimentícia, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição centesimal e características químicas consideradas como variáveis da qualidade, do fruto verde, fruto maduro e sementes da espécie *G. ulmifolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Os frutos da espécie *G. ulmifolia* foram coletados nos meses de junho a agosto de 2017, no município de Palmas-TO, nas localidades (10°13'05,5"S; 48°20'04,3"W), (10°12'43.6"S; 48°19'56,4"W), (10°10'40,4"S; 48°21'24,0"W), (10°10'57,2"S; 48°20'11,5"W) e (10°10'59,3"S; 48°21'06,8"W). Após a coleta os frutos foram transportados para a Universidade Federal do Tocantins, acondicionados em caixas térmicas.

As exsiccatas, com folhas, flores e frutos foram preparadas e depositadas no Herbário da Fundação Universidade do Tocantins - HUTO.

### Preparo das amostras

Os frutos coletados foram selecionados visualmente quanto à dimensão, coloração, maturação e sanidade. A matéria-prima selecionada após limpeza em água corrente foi submetida a processo de sanitização, em solução clorada a 200 mg/l por 15 minutos, com posterior enxague em água corrente.

As sementes foram separadas manualmente dos frutos maduros, e os frutos inteiros (verde e maduro) cortados em metades. As amostras foram preparadas a partir da secagem dos frutos e sementes em estufa com circulação de ar (TE-394/4 da Tecnal) à temperatura de 40 °C por um período de 24 horas. Trituradas em moinho tipo facas (Willye STAR FT-60), acondicionadas em embalagens de polietileno (200 g) e armazenado em local seco e arejado, ao abrigo da luz.

### Análises químicas

As análises de umidade, cinzas e proteínas foram realizadas segundo a metodologia da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2005). O extrato etéreo pelo método de extração contínua em aparelho de "Soxhlet", utilizando como solvente o hexano conforme técnica do Instituto Adolf Lutz - IAL (2008). A determinação de fibra bruta foi realizada pelo método da fibra detergente neutro (AOAC, 1995). A fração glicídica ou extrato não nitrogenado foi obtido por diferença de 100% da soma dos demais componentes, segundo a equação  $FG = 100 - (U + EE + P + FB + C)$ , sendo: FG = fração glicídica; U = umidade; EE = extrato etéreo; P = proteína; FB = fibra bruta; C = cinzas (Vilas Boas 2006).

Os resultados dessas determinações foram expressos em gramas/100g da amostra integral e o valor energético total (VET) proveniente dos nutrientes expressos em kilocalorias (kcal), estimado a partir dos fatores de conversão de Atwater: kcal = 4 kcal/g de proteína; 4 kcal/g de carboidrato e 9 kcal/g de lipídios, descritos por Osborne e Voogt (1978).

A acidez titulável total (ATT) foi determinada por volumetria potenciométrica conforme metodologia preconizada pelo IAL (2008) para soluções escuras ou fortemente coloridas. O potencial hidrogeniônico (pH) e o teor de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados segundo a técnica da AOAC (1992). Para a quantificação do teor de açúcares solúveis totais foi utilizado o método da antrona realizada segundo a metodologia descrita por Dische (1962), e os açúcares redutores pelo método de DNS (dinitrosalicílico) conforme descrição de Maldonado et al. (2013) e adaptações de Vasconcelos et al. (2013).

Na extração e quantificação de pectina o método utilizado foi o proposto por Carvalho et al. (2002), e os resultados foram expressos em % gramas de pectato de cálcio. O teor de amido foi determinado segundo o método da AOAC 996.11 conforme descrito por Zavareze et al. (2009), no qual o amido total (AT) é determinado pela soma do amido disponível (AD) e amido resistente (AR) utilizando a técnica de determinação de amido disponível e resistente *in vitro*.

O teor de Vitamina C foi determinado pelo método com iodato de potássio estabelecido pelo IAL (2008).

#### Perfil Cromatográfico de açúcares

O perfil cromatográfico foi realizado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - CLAE utilizando um cromatógrafo de marca Shimadzu (LC-10 Séries Avp; desgaseificador: DGU-14A, integrador: CLASS LC-10), com eluição isocrática, pelo bombeamento (LC-10AD) de uma fase móvel composta de 5 mM de ácido sulfúrico em água ultrapura (destilada e deionizada). O fluxo do eluente foi de 0,6 ml/min, a 40° C (forno de coluna CTO-10A), com corrida de tempo total de 20 min. A detecção se deu em detector de índice de refração (Shimadzu, modelo RID-10A). Uma alíquota de 20,0 µl da amostra foi injetada manualmente (injetor Rheodyne – iL malha 20) e permeada por uma coluna de fase reversa da marca Phenomenex Rezex ROA-Organic Acid H<sup>+</sup> (300 x 7,8 mm) com conexão direta a Cartucho de segurança Phenomenex Carbo-H (4 x 3 mm) preenchida com material semelhante ao da coluna principal. Antes de serem injetadas no equipamento, as amostras (3 mg/ml) e as substâncias de referência foram filtradas através de membrana PVDF, diâmetro 13 mm, poro 0,22 µm, marca Analítica. Para a extração dos açúcares foi utilizada a metodologia estabelecida por Dische (1962).

A identificação dos compostos foi efetivada pela comparação entre o tempo de retenção das amostras e de padrões autênticos. As áreas dos picos foram representadas graficamente contra

a concentração para a construção da curva de calibração, utilizando o método do padrão externo. As quantidades dos compostos nas amostras foram determinadas correlacionando a área dos analitos com as curvas de calibração dos padrões. Os resultados foram então expressos em gramas por 100 g de amostra (g/100 g).

#### Delineamento e análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis repetições, realizadas em triplicata. Os resultados foram interpretados pela análise de variância, TESTE F utilizando-se o programa GraphPad Prism 7.0 para a comparação das médias de cada variável, e relatados como a média ± desvio padrão das repetições. As diferenças determinadas foram testadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises químicas

A Tabela 1 mostra os componentes da composição centesimal dos frutos e semente da *G. ulmifolia*.

Na análise de variância as médias dos componentes nutritivos diferiram entre si quando comparados pelo teste F. No teste de médias foi observado que os componentes da semente da mutamba diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos frutos verdes e maduros, exceção para a fração glicídica. Entre os frutos verdes e maduros diferença estatística identificada apenas para os teores de umidade, fibras e fração glicídica.

Flores e Arce (1988) em relato do valor nutritivo do fruto da mutamba na Costa Rica detectou concentrações médias equivalentes a 8,51% de umidade, 5,47% de cinzas, 6,76% de proteínas, 2,71% de lipídios, 40,31% de fibras e 45,36% para a fração glicídica, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho. Francis (1991) relata que a fruta verde seca da América Central, conhecida como guácima, apresentava 8,4% de umidade, 7,9% de proteína, 3,5% de gordura, 5,0% de cinzas e 30,4% de fibras. O autor relata ainda que análises de frutos (presumivelmente maduros) do Panamá mostraram 20% de umidade, 6,1% de proteína, 1,2% de gordura, 6,0% de cinzas e 32,2% de fibras.

O teor de umidade no fruto maduro (12,05%) e verde (14,37%) observado neste estudo foi superior ao identificado por Flores e Arce (1988) e também por Francis (1991), com exceção do fruto maduro do Panamá. A umidade observada para a semente da mutamba (5,77%) mostrou-se inferior ao da linhaça marrom (7,06%) relatado por Barroso et al. (2014), e por Garcia-Salcedo et al. (2018) para

**Tabela 1.** Componentes da composição centesimal e VET da *G. ulmifolia*.

Componentes*	Fruto maduro	Fruto verde	Sementes
Umidade (g/100 g)	12,05 ± 0,04 <sup>b</sup>	14,37 ± 0,08 <sup>a</sup>	5,77 ± 0,11 <sup>c</sup>
Extrato Etéreo (g/100 g)	1,74 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,65 ± 0,05 <sup>b</sup>	9,23 ± 0,19 <sup>a</sup>
Proteínas (g/100 g)	5,17 ± 0,07 <sup>b</sup>	5,02 ± 0,05 <sup>b</sup>	12,74 ± 0,09 <sup>a</sup>
Cinzas (g/100 g)	2,90 ± 0,03 <sup>b</sup>	3,38 ± 0,04 <sup>b</sup>	4,96 ± 0,06 <sup>a</sup>
Fibras (g/100 g)	42,48 ± 0,29 <sup>a</sup>	41,2 ± 0,22 <sup>b</sup>	38,71 ± 0,27 <sup>c</sup>
Fração Glicídica (g/100 g)	40,82 ± 0,28 <sup>a</sup>	39,39 ± 0,16 <sup>b</sup>	41,32 ± 0,31 <sup>a</sup>
VET (kcal)	200 ± 1,0 <sup>b</sup>	192 ± 1,0 <sup>c</sup>	299 ± 2,0 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); \* expressos em matéria integral

quinoa (11,64%), amaranto (8,62%), e chia (6,0%).

A umidade está relacionada à estabilidade, qualidade e composição do alimento, podendo afetar a estocagem, embalagem e processamento. É considerada um indicador de qualidade, sendo um dos parâmetros mais frequentemente avaliados na determinação de macronutrientes em alimentos (Cecchi 2003).

Para lipídios, não houve diferença significativa entre o fruto maduro e o fruto verde, no entanto, o teor lipídico observado para a semente da mutamba (9,23%) apresentou diferença estatística em relação aos frutos, e mostrou-se superior ao identificado para quinoa (5,47%), amaranto (5,37) e semente de chia (7,58%), valores estes relatados por Garcia-Salcedo et al. (2018). Valores superiores aos observados neste estudo foram relatados para sementes de espécies da família Malvaceae por Martini et al. (2008), sendo 49,2% (*Theobroma cacao* L.), 54,2% (*T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum.), 59,8% (*T. subincanum* Mart.) e 30,86% (*T. bicolor* Humb. & Bonpl.) e por Rocha et al. (2013) que observou 23,7% (*Sterculia striata* Naud.), para a composição lipídica.

A porcentagem de proteína no fruto verde (5,02%) e maduro (5,17%) foi inferior aos encontrados por Francis (1991). Flores e Arce (1988), e Centro (1986), também relataram para o fruto maduro da mutamba, teor proteico superior ao encontrado no presente trabalho. No entanto, os teores proteicos observados por Sarmento et al. (2015) para o fruto verde (5,5%) e maduro (5,91%) da ameixa silvestre, fruto nativo da caatinga, foram próximos aos observados neste trabalho. O teor proteico do fruto maduro da mutamba mostrou-se superior ao de vários frutos apresentados na Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO (Nepa 2011).

O teor de proteínas identificado na semente

da mutamba, 12,74%, mostrou-se mais elevado que o observado por Sarmento et al (2015) para sementes de ameixa silvestre (8,42 a 9,56%) e que o relatado para sementes de espécies da família Malvaceae, por Pereira et al. (2018a) para *T. grandiflorum* (7,81%), e Martini et al. (2008) para *T. subincanum* (9,48%). Mostrou-se próxima ao teor proteico da semente de chichá (13,8%) segundo Rocha et al. (2013), da quinoa (13,46%) e amaranto (14,0%) relatados por Garcia-Salcedo et al. (2018). Teores mais elevados de proteínas também foram observados por Martini et al. (2008) para o *T. cacao* (14,35%) e *T. bicolor* (19,07%) e por Barroso et al. (2014) para semente de linhaça marrom (19,1%) .

A semente e o fruto da mutamba podem ser considerados boas fontes de proteínas, características estas desejáveis para inclusão de um alimento na dieta alimentar.

Para o teor de cinzas, o fruto verde e a semente se destacaram apresentando maiores valores (Tabela 1), teor superior quando comparados com os encontrados em frutas e derivados na Taco (Nepa 2011), mas inferior aos relatados por Francis (1991) para o fruto verde e maduro da mutamba. Em termos nutricionais, em geral, maiores teores de cinzas nos alimentos, expressam maiores quantidades de minerais. O conteúdo de cinzas nos alimentos frescos raramente excede 5%, e em sementes e leguminosas apresenta-se entre 2,2% a 4,0%, parâmetro inferior ao observado neste estudo para a semente da mutamba (Cecchi 2003).

Diferença significativa foi observada para o teor de FDN (Fibra Detergente Neutro) entre a semente e os frutos de *G. ulmifolia*, os quais apresentaram elevada porcentagem, variando de 38,71 a 42,48%. Valores próximos aos obtidos nesse estudo foram relatados por Flores e Arce (1988) para o fruto maduro da mutamba. Ribeiro et al. (2017) traz relatos de valores de FDN para a polpa e amendoa

de palmeira de macaúba da ordem de 46,62% e 30,18%, respectivamente.

Estudos destacam que as fibras solúveis e as fibras insolúveis têm a capacidade de melhorar o trato gastrointestinal dos seres humanos de diferentes formas. As fibras viscosas engrossam o conteúdo no lúmen intestinal e retardam a migração de nutrientes para a parede do intestino e como resultado, eles podem reduzir a absorção de colesterol, açúcar e outros nutrientes (Anderson et al. 2009; Dai e Chau 2017; Eswaran et al. 2013; Slavin 2013).

Para a fração glicídica, diferenças foram observadas entre os frutos, e entre o fruto verde e sementes (Tabela 1), sendo o maior teor identificado para a semente (41,32%). Valor mais elevado para a semente da mutamba (77,06%) foi observado em estudo de sementes de espécies do bioma do Cerrado. O teor considerável de carboidratos totais nos frutos e sementes pode estar relacionado à mucilagem de coloração verde-negra presente no interior do fruto (Lorenzi e Matos 2002; Viana et al. 2011).

A composição química de frutos é bastante variável em decorrência dos numerosos fatores de influência, tais como diferença entre variedades/espécies, maturidade, estação de colheita, local e clima (Amira et al. 2011). O valor nutritivo de uma forma geral muda com o avanço da maturação, tonando-se maior, embora ocorra variação na proporção dos nutrientes (Chitarra e Chitarra 2005).

Em relação ao VET, houve diferença ( $p < 0,05$ ), sendo o valor energético da semente >

fruto maduro > fruto verde. O VET obtido para os frutos e semente da *G. ulmifolia* da ordem de 192 a 299 kcal demonstra um alto valor energético. No entanto, Silva et al. (2008) e Rocha et al. (2013) em estudo de caracterização de frutos nativos do cerrado observaram VET ainda mais elevado para a semente de espécie da família Malvaceae, o chichá (*S. striata*), obtendo respectivamente 421,04 e 472,1 kcal. VET próximos a esses também foram observados por Barroso et al. (2014) sendo 417 kcal para linhaça marrom e 441 kcal para a linhaça dourada.

O VET mais elevado observado para a semente da *G. ulmifolia* (299 kcal) está relacionado a um maior teor identificado para o extrato etéreo, ou seja, o teor de lipídios, o qual exerce uma influência direta segundo os fatores de conversão de Atwater.

A Tabela 2 mostra os valores médios para as características químicas dos frutos e semente da *G. ulmifolia*.

O fruto maduro, o fruto verde e a semente diferiram significativamente entre si, para todos os atributos analisados. Em relação à acidez total titulável (ATT), o fruto maduro apresentou maior conteúdo de acidez, comportamento semelhante ao observado por Almeida et al. (2016) e Sarmiento et al. (2015), onde frutos maduros de ameixa silvestre também apresentaram maior conteúdo de acidez total titulável quando comparados aos frutos verdes. Maior acidez durante o amadurecimento também foi observado para a banana em estudo desenvolvido por Pimentel et al. (2010).

O aumento da acidez durante a maturação

**Tabela 2.** Características químicas dos frutos e semente da *G. ulmifolia*.

Atributo*	Fruto maduro	Fruto verde	Semente
Ph	4,68 ± 0,02 <sup>b</sup>	5,26 ± 0,02 <sup>a</sup>	5,50 ± 0,15 <sup>a</sup>
ATT (%)	1,45 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,96 ± 0,03 <sup>b</sup>
SST (%)	24,6 ± 0,26 <sup>a</sup>	16,4 ± 0,26 <sup>b</sup>	8,2 ± 0,14 <sup>c</sup>
SST/ATT	17,0 ± 0,35 <sup>a</sup>	15,6 ± 0,42 <sup>b</sup>	8,6 ± 0,35 <sup>c</sup>
AST (%)	14,74 ± 0,39 <sup>a</sup>	9,03 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,91 ± 0,03 <sup>c</sup>
AR (%)	8,88 ± 0,11 <sup>a</sup>	5,35 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,61 ± 0,03 <sup>c</sup>
Amido Total (%)	21,14 ± 0,26 <sup>b</sup>	22,31 ± 0,19 <sup>a</sup>	13,39 ± 0,15 <sup>c</sup>
Amido Disponível (%)	14,35 ± 0,18 <sup>b</sup>	16,92 ± 0,14 <sup>a</sup>	7,99 ± 0,09 <sup>c</sup>
Amido Resistente (%)	6,79 ± 0,08 <sup>a</sup>	5,39 ± 0,05 <sup>b</sup>	5,40 ± 0,06 <sup>b</sup>
Pectina (%)	0,71 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,92 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,12 ± 0,04 <sup>a</sup>
Vitamina C (%)	13,51 ± 0,22 <sup>b</sup>	14,14 ± 0,20 <sup>a</sup>	9,01 ± 0,17 <sup>c</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); \* expressos em matéria integral

dos frutos pode estar relacionado ao desdobramento do amido em açúcares e sua conversão para ácido pirúvico, causado pela respiração dos frutos. Parte desse ácido orgânico pode ser oxidado no ciclo de Krebs e o restante armazenado no citosol, representando alta quantidade de ácidos orgânicos nos frutos (Chitarra e Chitarra 2005).

O teor de acidez é responsável pelo sabor ácido ou azedo dos frutos, e também é de grande importância para o estado de conservação de um produto alimentício, pois os ácidos encontrados contribuem para o aroma da fruta, o que é um atrativo para os consumidores (Batista 2013).

Os resultados de pH se assemelharam aos da ATT, em que os frutos maduros se apresentaram mais ácidos (4,68), seguido dos frutos verdes (5,26) e sementes (5,50). O valor do pH da semente da mutamba mostrou-se inferior ao observado em sementes de espécies do cerrado, a exemplo da banha (6,5), araticum (5,7) e lobeira (5,7) (Roesler et al. 2007). Valor de pH superior ao identificado neste estudo para a semente de mutamba também foram observados por Vasconcelos et al. (1975) em estudo com frutos da família Malvaceae, sendo 5,7 para a semente de cupuaçu e 6,3 para semente de cacau.

De acordo com a classificação dos alimentos em função do seu potencial hidrogeniônico os valores observados no presente estudo classificam o fruto maduro, o fruto verde e a semente da mutamba como alimentos de baixa acidez (pH > 4,5). Os alimentos de baixa acidez são mais suscetíveis ao crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (Jay 2005).

Para os teores de sólidos solúveis os resultados mostraram diferença significativa entre os teores observados entre os frutos e semente (Tabela 2). Na literatura não há relatos quanto ao conteúdo de sólidos solúveis nos frutos e semente da mutamba. No entanto, Almeida et al. (2016) observaram teores próximos para o fruto verde (18,63%) e maduro (19,11%) da *Ximenia americana* L. Observaram também o mesmo comportamento corroborando com o observado neste estudo, que com a maturação dos frutos os SST normalmente se elevam, enquanto a ATT se reduz.

O conteúdo de sólidos solúveis é considerado um parâmetro de qualidade importante e é utilizado para indicar a doçura de alimentos *in natura* e em alimentos processados. O teor de sólidos solúveis normalmente certifica um sabor mais natural, e no processamento de alimentos, um maior teor implica em adição reduzida de açúcar, menor tempo para evaporar a água, menor consumo de energia e maior rendimento do produto, o que resulta em um processo mais econômico (Pereira et al. 2012). No entanto, outros compostos, além de açúcares, contribuem para o SST de frutas e

vegetais, a exemplo, os ácidos, vitaminas e alguns minerais que são solúveis em água (Kumar et al. 2018).

Os valores de sólidos solúveis podem variar de acordo com a intensidade da chuva e ainda devido a fatores como clima, solo, variedade (Chitarra e Chitarra 2005).

Os teores de sólidos solúveis e a acidez, quando estudados em conjunto, formam a relação SST/ATT, conhecida como "*ratio*", e auxiliam na determinação do ponto de colheita e consumo na maioria das frutas, no sabor e também no equilíbrio entre o doce e ácido (Cardoso et al. 2010; Chitarra e Chitarra 2005; Júnior et al. 2010).

Diferenças foram observadas entre os *ratios* das amostras de *G. ulmifolia*, sendo os valores para o fruto maduro > fruto verde > semente (Tabela 2). Com a maturação dos frutos, os sólidos solúveis se elevam e a acidez se reduz, oportunizando uma relação/*ratio* diretamente proporcional aos sólidos solúveis e inversamente proporcionais à acidez. A relação encontrada para o fruto maduro indica que o fruto é bem doce, o oposto da semente que possivelmente teria seu consumo *in natura* limitado.

Frutos com maior teor de sólidos solúveis e baixa acidez resultam em um *ratio* melhor, sendo possível uma melhor interpretação do sabor dos frutos, quando comparada com uma avaliação individual dos sólidos solúveis e da acidez (Souza et al. 2014).

Em relação aos açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido total, foram observadas diferenças entre os frutos e sementes da *G. ulmifolia*. O teor de açúcares solúveis totais e açúcares redutores foram mais elevados no fruto maduro do que no fruto verde e semente (Tabela 2). Com relação ao teor de amido, mostrou-se mais elevado no fruto verde que no fruto maduro e semente. No que se refere aos frutos, a degradação do amido no processo de maturação pode estar relacionada com o aumento do teor de açúcares solúveis nos frutos maduros, ocorrendo uma redução no teor de amido e acumulação de açúcares na fase madura. Comportamento semelhante foi observado por Almeida et al. (2016) e ainda por Sarmiento et al. (2015) em estudos com frutos e sementes da *X. americana*.

O teor de amido identificado para a semente da *G. ulmifolia* foi superior ao identificado por Sarmiento et al. (2015) para a semente de ameixa silvestre (11 %) e Souza et al. (2012) para sementes de Flor de Paca (3,67 %). No entanto, mostrou-se inferior ao observado para matérias-primas consideradas fontes, a exemplo da semente de jaca, de bambu, de abacate e quinoa, dentre outros (Ai et al. 2016; Noor et al. 2014; Santos et al. 2016; Li e Zhu 2018).

Em relação ao teor de amido resistente, diferença foi observada apenas para o fruto maduro, sendo o teor do fruto maduro > semente > fruto verde. No entanto, em termos percentuais referentes ao teor de amido total identificado para as amostras, a semente da *G. ulmifolia* se destaca por apresentar 40,33% de amido resistente, seguido pelo fruto maduro com 32,12% e fruto verde com 24,16%. Percentuais mais elevados foram observados para o amido resistente da semente de manga.

Estudos demonstraram que amido resistente tem propriedades semelhantes a fibras e mostra benefícios fisiológicos no ser humano, podendo resultar em prevenção de doenças. Por mostrar-se resistente à digestão e ser fermentado no intestino grosso, em especial pelas bifidobactérias, o amido resistente é considerado um alimento prebiótico. Amidos com características específicas apresentam muitas vantagens sobre o uso que as fibras convencionais, podendo ser utilizados na formulação de produtos com elevado teor de fibras (Ai et al. 2016; Li e Zhu 2018; Pereira 2007; Keenan et al. 2015).

As pectinas constituem um grupo de polissacarídeos, contendo açúcares ácidos, como ácido galacturônico, e açúcares neutros. Sua importância em alimentos deve-se à capacidade de formação de géis e por isso é amplamente utilizada na indústria de alimentos (Santi et al. 2014). Entretanto, a pectina vem sendo empregada como fibra dietética solúvel em função dos efeitos fisiológicos benéficos ao organismo humano que vão da redução dos níveis de colesterol, lipoproteínas, ácidos biliares e glicose (Hur et al. 2013; Munhoz et al. 2010).

Diferenças foram observadas para o teor de pectina no fruto maduro (Tabela 2). Canteri et al. (2012) relata que com o amadurecimento dos frutos ocorre um relaxamento da parede celular e degradação da hemicelulose e na sequência a despolimerização da pectina, e consequente redução do teor. Fato observado neste estudo.

Não foram encontrados na literatura relatos do teor de pectina nos frutos ou semente da mutamba. Em matérias-primas consideradas fonte, Moura et al. (2017) relataram teor de pectina de 17,24% e 18,56% na forma de pectato de cálcio, respectivamente para amostras *in natura* de albedo do maracujá e casca de melão, valores consideravelmente mais elevados que os encontrados neste estudo. No entanto, Munhoz et al. (2010) relatam teor de pectina da ordem de 1,02 ± 0,11 (g pectato de cálcio/100 g) para a farinha de goiaba com casca, valores similares aos observados para o fruto verde e semente.

Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi observada para o conteúdo de vitamina C entre os

frutos e a semente (Tabela 2), com o fruto verde > fruto maduro > semente. Este comportamento também foi observado por Almeida et al. (2016) e Sarmento et al. (2015) em estudo com a *X. americana* em que os frutos verdes obtiveram maior teor de vitamina C. Chitarra e Chitarra (2005) mencionam que geralmente ocorre uma redução nos valores de vitamina C nos frutos durante o amadurecimento, devido à ação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de oxidação de enzimas como a peroxidase.

Ramful et al. (2011) classificou os frutos em três categorias de acordo com o teor de ácido ascórbico, sendo: baixa (<30 mg/100 g), média (30-50 mg/100 g) e alta (> 50 mg/100 g). Segundo esta classificação, o fruto da mutamba se qualifica como fruto de baixo teor em vitamina C.

O teor de vitamina C é variável nos alimentos e isto se deve a fatores como temperatura, intensidade de luz, conteúdo de umidade, condições de armazenamento, além do método de extração ou preparação, que podem afetar o teor de ácido ascórbico, ou ainda levar a erros na quantificação, a exemplo, visualização do ponto final da titulação que confere a coloração rosa da solução (Almeida et al. 2016; Rufino et al. 2010).

#### Perfil cromatográfico de açúcares

Os resultados para o perfil cromatográfico de açúcares das amostras de *G. ulmifolia* são apresentados na Tabela 3.

No perfil cromatográfico de açúcares da *G. ulmifolia* nas condições avaliadas foram identificados dois monossacarídeos (glicose e frutose), um dissacarídeo (melibiose) e um trissacarídeo (melezitose). Nos frutos foram identificados glicose, frutose, melibiose e melezitose. No entanto, na semente foram observados apenas melibiose e melezitose.

Em relação ao somatório dos açúcares individuais determinados no perfil cromatográfico, diferenças foram observadas entre os teores dos frutos maduros, verdes e sementes da *G. ulmifolia* (Tabela 3), sendo o teor de açúcares do fruto maduro > fruto verde > semente. O conteúdo de açúcares nos frutos depende do genótipo da planta, partes da planta e também é influenciado por fatores ambientais (Kumar et al. 2018).

O teor de carboidratos, incluindo monossacarídeos, dissacarídeos e oligossacarídeos na composição dos alimentos geralmente é calculado por diferença (Vilas Boas 2006), e poucos estudos publicados sobre teores de oligossacarídeos nos alimentos.

O teor de glicose e frutose identificado para o fruto maduro da *G. ulmifolia* foi consideravelmente inferior ao encontrado para o fruto da calabura

**Tabela 3.** Perfil cromatográfico dos açúcares da *G. ulmifolia*.

Componentes*	Fruto maduro (%)	Fruto verde (%)	Sementes (%)
Glicose	1,6 ± 0,024 <sup>b</sup>	1,74 ± 0,04 <sup>a</sup>	nd**
Frutose	2,91 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,03 <sup>b</sup>	nd**
Melibiose	8,33 ± 0,11 <sup>a</sup>	5,02 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,29 ± 0,02 <sup>c</sup>
Melezitose	0,18 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,18 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,3 ± 0,03 <sup>a</sup>
TOTAL	13,05 ± 0,21 <sup>a</sup>	7,56 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,59 ± 0,06 <sup>c</sup>

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); \* expressos em matéria integral; \*\* nd - não detectado

(*Muntingia calabura* L.) por Pereira et al. (2018b), entretanto, mostraram-se próximos aos observados por Chareoansiri e Kongkachuichai (2009) para alguns frutos.

A melibiose foi identificada em todas as amostras, sendo considerada como item principal nos frutos. No que se refere à melezitose o percentual observado na semente foi bem mais elevado que nos frutos.

A melibiose é um dissacarídeo redutor formado por uma ligação  $\alpha$ -1,6 entre galactose e glicose (D-Gal- $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)-D-Glic), que os seres humanos não podem digerir devido à ausência da enzima  $\alpha$ -galactosidase. No entanto, algumas bactérias da flora intestinal podem degradar a melibiose a galactose e glicose (Lakio et al. 2013; Ramalingam et al. 2010).

Não há relatos na literatura referente à sua toxicidade. Lakio et al. (2013) supõe ser seguro o seu consumo visto ser encontrado em alimentos comuns como soja e mel. A ocorrência de melibiose também foi relatada por Belitz et al. (2009) para a semente de *T. cacao*, e por Kanters et al. (1976) para exsudados das plantas.

As aplicações de melibiose de uma forma geral estão voltadas para o uso farmacêutico e cosmético (Lakio et al. 2013), mas estudos em outros seguimentos têm sido praticado. Tanaka et al. (2016) em estudo desenvolvido em ratos anestesiados, observou que a melibiose melhora a biodisponibilidade de flavonoides. Promoveu a absorção de glicosídeo de quercetina em ratos aumentando a hidrólise do glicosídeo no lúmen intestinal. Em outro estudo foi demonstrado por Tomita et al. (2007) que a melibiose alimentar afeta as respostas da célula T-helper a um antígeno ingerido por camundongos, e que os resultados observados indicam que a melibiose seja útil para prevenir ou melhorar os sintomas de doença alérgica, e que a melibiose pode muito bem ser um ingrediente-alimento digno de nota que poderia reforçar a tolerância oral.

A melezitose é um trissacarídeo formado por duas moléculas de glicose e uma molécula de frutose e que apresenta ocorrência no mel e exsudados de frutas.

## CONCLUSÃO

Os frutos e as sementes da *G. ulmifolia*, apresentaram boas características nutricionais, com destaque para o teor de fibras e proteínas. Tanto frutos quanto sementes se mostraram com elevado valor energético total.

As variáveis de qualidade estudadas permitem afirmar que frutos e sementes da mutamba são matérias primas em potencial para uso pela indústria de alimentos. Para uma maior segurança, estudos complementares que considerem fatores antinutricionais são recomendados e devem ser realizados antes de uma possível recomendação de inclusão numa dieta regular.

Embora tenham sido classificados como alimentos poucos ácidos e de baixo teor de vitamina C, demonstraram ser boas fontes de amido, pectina e de açúcares não digeríveis.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ai Y, Gong L, Reed M, Huang J, Zhang Y, Jane J (2016) Characterization of starch from bamboo seeds. *Starch-Stärke* 68:131-139.
- Almeida MLB, Freitas WES, Morais PLD, Sarmiento JDA, Alves RE (2016) Bioactive compounds and antioxidant potential fruit of *Ximenia americana* L. *Food Chem* 192:1078-1082.
- Amira EA, Guido F, Behija SE, Manel I, Nesrine Z, Ali F (2011) Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifer* L.) fruits at maturation stages. *Food Chem* 127:1744-1754.

- Anderson JW, Baird P, Davis RH, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, Waters V, Williams CL (2009) Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev* 67:188-205.
- Association of official analytical chemists - AOAC (1995) Official methods of analysis. 16.ed. Arlington: AOAC.
- Association of Official Agricultural Chemists (1992) Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists. 12.ed. Washington. 1015 p.
- Association of Official Agricultural Chemists (2005) Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists. 17.ed. Washington. 1410 p.
- Barroso AKM, Torres AG, Castelo-Branco VN, FERREIRA A, Finotelli PV, Freitas SP, Rocha-Leão MHM (2014) Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. *Cienc Rural* 44(1):181-187.
- Batista AG, Oliveira BD, Oliveira MA, Guedes TJ, Silva DF, Pinto NAVD (2013) Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. *Tecnol Cienc Agrop* 7(4):49-54.
- Bitter V, Muir HM (1962) A modified uronic acid carboxyl reaction. *Anal Biochem* 34(4): 330-334.
- Canteri MHG, Moreno L, Wosiacki G, Scheer A (2012) Pectina: da matéria-prima ao produto final. *Polímeros* 22(2):149-157.
- Cardoso WS, Pinheiro FA, Perez R, Patelli T, Faria ER (2010) Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. *Ciencia Tecnol Alime* 30(2):454-462.
- Carvalho HH, Jomg EV, Belló RM, Souza RB, Terra MF (2002) Alimentos: métodos físicos e químicos de análises. 1.ed. Porto alegre: Universidade/UFRGS. 180p.
- Carvalho PER (2007) *Mutamba - Guazuma ulmifolia*. Colombo: Embrapa Florestas. 13p.
- Cecchi HM (2003) Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos. 2.ed. Campinas: Unicamp. 207p.
- Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (1986) Silvicultura de especies promisorias para producción de leña em America Central: resultados de cinco años de investigación. Turrialba: Departamento de Recursos Naturales Renovables 171-175.
- Chareoansiri R, Kongkachuichai R (2009) Sugar profiles and soluble and insoluble dietary fiber contents of fruits in Thailand markets. *Int J Food Sci Nutr* 60(S4):126-139.
- Chitarra MIF, Chitarra AB (2005) Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: Ufla. 783p.
- Dai FJ, Chau CF (2017) Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *J Food Drug Anal* 25:37-42.
- Dische Z (1962) General color reactions. In: Whistler RL, Wolfram ML. *Carbohydrate chemistry*. New York: Academic Press 277-512.
- Eswaran S, Muir J, Chey WD (2013) Fiber and functional gastrointestinal disorders. *Am J Gastroenterol* 108(5):718-727.
- Flores CS, Arce JJC (1988) El Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.): especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos. San Jose: Consultoria y Asesoría Agroforestal Limitada. 30p.
- Francis JK (1991) *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima. Sterculiaceae. Chocolate family. San Juan: Institute of Tropical Forestry. 5 p.
- Garcia-Salcedo AJ, Torres-Vargas OL, Ariza-Calderón H (2018) Physical-chemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), and chia (*Salvia hispanica* L.) flours and seeds. *Acta Agron* 67(2):215-222.
- Hur S-J, Kim Y-C, Choi I, Lee S-K (2013) The effects of biopolymer encapsulation on total lipids and cholesterol in egg yolk during *in vitro* human digestion. *Int J Mol Sci* 14(8):16333-16347.
- IAL (2008) Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 1.ed. São Paulo: IAL. 1020p.
- Jay JM (2005) Microbiologia de alimentos. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 712p.
- Júnior GBS, Rocha LF, Amaral FHC, Andrade ML, Neto RF, Cavalcante IHL (2010) Laranja-da-terra: fruta cítrica potencial para o Piauí. *Semin-Cienc Agrar* 31(3):557-562.
- Kanters BJA, Roelofsen G, Doesburg HM, Koops T (1976) The Crystal Structure of a Disaccharide,  $\alpha$ -Melibiose Monohydrate (O- $\alpha$ -o-Galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ -o-glucopyranoside). *Acta Crystallogr B* 32:2830-2837.
- Keenan MJ, Zhou J, Hegsted M, Pelkman C, Durham HA, Coulon DB, Martin RJ (2015) Role of resistant starch in improving gut health, adiposity, and insulin resistance. *Adv Nutr* 6:198-205.
- Kumar P, Sethi S, Sharma RRR, Sing S, Saha S, Sharma VK, Sharma SK (2018) Nutritional characterization of apple as a function of genotype. *J Food Sci Tec Mys* 55(7): 2729-2738.
- Lakio S, Sainiob J, Helijob P, Ervastic T, Kavikerob N, Juppob A (2013) The tableting properties of melibiose monohydrate. *Int J Pharm* 456:528-535.
- Li G, Zhu F (2018) Quinoa starch: Structure, properties, and applications. *Carbohydr Polym* 181:851-861.
- Lorenzi H, Matos FJA (2002) Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 542p.
- Maldonado IR, Carvalho PGB, Ferreira NA (2013) Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método DNS (Comunicado Técnico nº 85). Brasília: Embrapa Hortaliças. 4p.
- Martini MH, Lenci CG, Figueira A, Tavares DQ (2008) Localization of the cotyledon reserves of *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K. Schum., *T. subincanum* Mart., *T. bicolor* Bonpl. And their analogies with *T. cacao* L. *Braz J Bot* 31(1):147-154.
- Mccready PM, Mccomb EA (1952) Extraction and determination of total pectin materials in fruits. *Anal Chem* 24(12):1586-1588.
- Moura AGC, Souza RLA, Oliveira ENA (2017) Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de casca de melão e albedo de maracujá cristalizados. *Tecnol Cienc Agrop*. 11:77-81.
- Munhoz CL, Sanjinez-Argandona EJ, Soares-Junior MS (2010) Extração de pectina de goiaba desidratada. *Cienc Tecnol Alime* 30(1):119-125.
- Muniz HJT (2008) Colecionando frutas: 100 espécies de frutas nativas e exóticas. São Paulo: Arte & Ciência. 352p.
- Nepa - Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação (2011) Taco - Tabela brasileira de composição de alimentos. 4.ed. Campinas: Nepa-Unicamp.

- Noor F, Rahman J, Mahomud S, Akter S, Talukder AI, Ahmed M (2014) Physicochemical properties of flour and extraction of starch from jackfruit seed. *Int J Food Sci Nutr* 3(4):347-354.
- Osborne DR, Voogt P (1978) *The analysis in nutrient of foods*. London: Academic. 158 p.
- Pereira MC, Steffens RS, Jablonski A, Hertz PF, Rios AO, Vizzotto M, Flôres SH (2012) Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. *J Agric Food Chem* 60(12):3061-3067.
- Pereira ALF, Abreu VKG, Rodrigues S (2018a) Cupuassu - *Theobroma grandiflorum*. In: Rodrigues S, Silva E, De Brito E (ed). *Exotic Fruits*. 1.ed. Academic Press 159-162. <https://www.doi.org/DOI:10.1016/b978-0-12-803138-4.00021-6>
- Pereira GA, Pereira A, Arruda HS, Marais DR, Eberlin MN, Pastore GM (2018b) Carbohydrates, volatile and phenolic compounds composition, and antioxidant activity of calabura (*Muntingia calabura* L.) fruit. *Food Res Int* 108:264-273.
- Pereira KD (2007) Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Cienc Tecnol Aliment* 27(supl):88-92.
- Pimentel RMA, Guimarães FN, Santos VM, Resende JCF (2010) Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA 42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. *Rev Bras Frutic* 32(2):407-412.
- Ramful D, Tarnus E, Aruoma OI, Bourdan E, Bahorun T (2011) Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Res Int* 44:2088-2099.
- Ribeiro CL, Lacerda GE, Pires CRF, Nascimento GNL, Pereira RJ (2017) Composição centesimal e aspectos físico-químicos dos frutos da bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.). *Revista Cereus* 9(3):153-170.
- 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.
- Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM (2007) Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciencia Tecnol Alime* 27:53-60.
- Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J (2010) Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem* 121(4):996-1002.
- Santi L, Berger M, Silva WOB (2014) Pectinase e pectina: aplicação e potencial biotecnológico. *Caderno Pedagógico* 11(1):130-139.
- Santos DM, Ascheri DPR, Bukzem AL, Morais CC, Carvalho CWP, Ascheri JL (2016) Physicochemical properties of starch from avocado seed (*Persea americana* Mill). *B CEPPA* 34(2):12p.
- Sarmiento JDA, Moris PLD, Souza FI, Miranda MRA (2015) Physical-chemical characteristics and antioxidant potential of seed and pulp of *Ximenia americana* L. from the semiarid region of Brazil. *Afr J Biotechnol* 14(20):1743-1752.
- Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO (2008) Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Cienc Rural* 38(6):1790-1793.
- Slavin J (2013) Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients* 5:1417-1435.
- Souza JM, Ataíde EM, Silva MS (2014) Qualidade pós-colheita e correlação entre características físicas e químicas de frutos do mamoeiro comercializados em Serra Talhada - PE. *Rev Magistra* 26(4):554-560.
- Souza LCD, Sá ME, Moraes SMB, Carvalho MAC, Silva MP, Abrantes FL (2012) Composição química e nutrientes em sementes das espécies florestais pente de macaco, flor de paca, itaúba, jatobá e murici manso. *Biosci J* 28(3):478-483.
- Tanaka S, Shinoki A, Hara H (2016) Melibiose, a nondigestible disaccharide, promotes absorption of quercetin glycosides in rat small intestine. *J Agr Food Chem* 64:9335-9341.
- Tomita K, Nagura T, Okuhara Y, Nakajima-Adachi H, Shigematsu N, Aritsuka T, Kaminogawa S, Hachimura S (2007) Dietary melibiose regulates the cell response and enhances the induction of oral tolerance. *Biosci Biotech Bioch* 71(11):2774-2780.
- Vasconcelos MNL, Silva ML, Maia JGS, Gottlieb OR (1975) Estudo químico das sementes do Cupuaçu. *Acta Amazon* 5(3):293-295.
- Vasconcelos NM, Pinto GAS, Araguão FAZ (2013) Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 29p.
- Viana CAS, Paiva AOP, Jardim CV, Pastore JRF, Rios MNS, Rocha NMS, Pinagé GR, Arimoro OAS, Suganuma E, Guerra CD, Alvez MM, Pastore JF (2011) Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral. Brasília: Universidade de Brasília. 3140p.
- Vilas Boas EVB (2006) Qualidade de alimentos vegetais. Lavras: Ufla-Faepe.68p.
- Zavareze ER, Halal SLME, Pereira JM, Radnuz AL, Elias MC, Dias ARG (2009) Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. *Braz J Food Technol* 5:24-30.