

**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSTOS BIOATIVOS DOS FRUTOS DE
Pouteria glomerata (LARANJINHA-DE-PACU)**

**ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOACTIVE COMPOSTS OF THE *Pouteria*
glomerata FRUITS (SMALL PACU ORANGE)**

Bruna Schoenberger Teixeira¹

Rúbia Michele Suzuki¹

Lilian Tatiani Dusman Tonin¹

Resumo: A laranjinha-de-pacu é uma fruta pertencente à família Sapotaceae, podendo ser consumida *in natura* ou processada, contudo, poucas são as pesquisas relacionadas às suas características químicas. O presente trabalho teve como objetivo estudar a polpa da laranjinha-de-pacu coletados no Município de Rosana – SP. A acidez titulável e pH da fruta, indicaram seu potencial de consumo e industrialização. Os teores de compostos bioativos encontrados neste estudo, demonstraram que a laranjinha-de-pacu pode ser considerada fonte de vitamina C e de compostos bioativos que apresentam atividade antioxidante elevada, afirmando a qualidade nutricional da fruta. Os teores encontrados em mg 100 g⁻¹ foram: flavonoides amarelos 9,63±0,22, antocianinas 0,65±0,14, carotenoides 0,93±0,08 e vitamina C 34,87±0,59. A polpa foi extraída com água, EtOH 95%, MeOH 80% e MeOH/Ace para avaliação da influência do solvente na extração de compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante. O maior teor de compostos fenólicos foi obtido para os extratos MeOH/Ace (48,61±1,37 mg EAG 100g⁻¹) e EtOH 95% (38,55±0,90 mg EAG 100g⁻¹) e para flavonoides totais não observou-se diferença significativa entre os quatro extratos analisados, variando de 12,23 a 15,40 mg ERT 100 g⁻¹. A avaliação da atividade antioxidante pelos métodos de sequestro dos radicais livres DPPH e ABTS revelou o solvente MeOH 80% como o mais ativo para as duas concentrações testadas (200 e 20 mg mL⁻¹). Nossos estudos demonstram a importância do incentivo no consumo desta fruta, por ser boa fonte de compostos bioativos apresentando efeitos benéficos para a saúde humana.

Palavras-chaves: Compostos fenólicos. DPPH. ABTS. Extração.

Abstract: The small pacu orange is a fruit belonging to the Sapotaceae family, and can be consumed fresh or processed, however, there are few researches related to its chemical characteristics. This study aimed to study the pulp of the small Orange pacu collected in the Municipality of Rosana - SP. The titled acidity and pH of the fruit indicated its consumption potential and industrialization. The content of bioactive compounds, found in this study, demonstrated that the small pacu orange can be considered a source of vitamin C and of bioactive compounds which present high antioxidant activity, reassuring the nutritional quality of the fruit. In mg 100 g⁻¹, the contents found were: yellow flavonoids 9.63 ± 0.22; anthocyanin 0.65 ± 0.14, carotenoids 0.93 ± 0.08 and vitamin C 34.87 ± 0.59. The pulp was extracted with water, EtOH 95%, MeOH 80% and MeOH/Ace to evaluate the influence of the solvent in the extraction of the phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity. The major content of phenolic compounds was obtained by for the extracts MeOH/Ace (48.61±1.37 mg GAE 100 g⁻¹) and EtOH 95% (38.55±0.90 mg GAE 100 g⁻¹). For total flavonoids, no significant difference was observed between the four analyzed extracts, varying between 12.23 to 15.40 mg RTE 100 g⁻¹. The evaluation of antioxidant activity by the method of free radical scavenge DPPH and ABTS revealed the solvent MeOH 80% as the most active for both tested concentrations (200 e 20 mg mL⁻¹). Our studies demonstrate the importance of encouraging the consumption of this fruit, as it is a good source of bioactive compounds with beneficial effects on human health.

Keywords: phenolic compounds. DPPH. ABTS. effect of solvent.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana – Brasil, email: bru_schoenberger@hotmail.com; rubiasuzuki@utfpr.edu.br; liliandusman@utfpr.edu.br

1 Introdução

As plantas do gênero *Pouteria*, família Sapotaceae, têm sido muito utilizadas na alimentação e também na medicina popular. Há diversos relatos de atividade biológica para espécies de *Pouteria*, tais como atividades imunomodulatória (Manosroi et al., 2005; 2006), citotóxica (Boleti et al., 2007), antimicrobiana (Alves et al., 2000), antifúngica (Boleti et al., 2007; Costa et al., 2003), alelopática (Nascimento et al., 2007), tripanocida, antimalária (Abe et al., 2002; Montenegro et al., 2006), inseticida, antitermítica (Barbosa et al., 2007; Boleti et al., 2007; Montenegro et al., 2006;), anti-inflamatória, antibacteriana, antinociceptiva (Silva et al., 2009) e antioxidante (Aseervatham et al., 2013; Franco, 2006; Ma et al., 2004). Triterpenos e flavonoides são os principais constituintes deste gênero, sendo encontrados ainda hidrocarbonetos de cadeia longa, álcoois, ácidos e ésteres (Silva, 2009).

Vários relatos da literatura reportam o uso na medicina popular de espécies de *Pouteria* para o tratamento da febre, inflamação, erupções cutâneas, úlceras, diabetes (Ma et al., 2004; Montenegro et al., 2006), diarreia (Perfeito et al., 2005), náusea, vômito, dor nas costas e para promover a lactação em mães que estão amamentando (Manosroi et al., 2006). Contudo, faltam evidências científicas para comprovar estas atividades biológicas.

A espécie *Pouteria glomerata* (Miquel) Radlkofe possui frutos do tipo baga, carnosos, com casca verde quando imaturos e amarelados quando maduros, geralmente com quatro sementes por fruto (Pott and Pott, 1994). Conhecido popularmente como laranjinha-de-pacu, laranjinha, moranguinha ou parada, é um fruto comestível de odor adocicado, com sabor azedo acentuado e pouca percepção de açúcar. Possui polpa rica em vitamina C e é considerado um bom formador de gel, por apresentar bom teor de acidez, devido à presença de ácido tartárico, málico e de pectina em sua polpa. O fruto é utilizado no preparo de sucos, doces, sorvetes e como alimento de peixe (isca) (Almeida, 1998; Pennington, 1990; Pott e Pott, 1994; 2000), contudo ainda não foi devidamente pesquisado em relação às suas propriedades e atividades benéficas à saúde.

O interesse pelo cultivo e consumo de frutas exóticas tem aumentado, pois o mercado é impulsionado pela busca por produtos diversificados, onde o aroma, sabor e valor nutritivo são valorizados. Além disso, trata-se de novas alternativas de frutas frescas para consumo e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos (Nascimento et al., 2008).

Os antioxidantes são definidos como qualquer substância que atrasa ou inibi a oxidação de um substrato oxidável, diminuindo a concentração dos radicais livres no organismo e/ou quelando íons metálicos, prevenindo a peroxidação lipídica. Os radicais livres atacam moléculas biológicas, levando a doenças degenerativas, câncer, inflamação, aterosclerose e envelhecimento precoce (Ferreira e Matsubara, 1997). Estudos têm demonstrado que em populações cujas dietas são altas na ingestão de cereais, frutas e vegetais com alto teor de antioxidantes fenólicos, contribuem para a redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas (Shahidi, 1996).

Visto todo esse potencial, faz-se necessário conhecer mais sobre a atividade antioxidante, características químicas e compostos bioativos da laranjinha-de-pacu, objetivando gerar maior interesse de consumo nesta fruta, além de crescimento econômico através de sua comercialização em regiões onde o fruto é encontrado.

2 Materiais e Métodos

2.1 Amostras

Os frutos laranjinhas-de-pacu foram coletados na região ribeirinha do Distrito de Primavera, às margens do rio Paraná, em abril de 2015. O distrito pertence ao Município de Rosana, localizado no extremo-ocidental do estado de São Paulo, na divisa entre os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Sua vegetação encontra-se na faixa de transição entre os domínios Tropical Atlântico e dos Cerrados (EMUBRA, 2015).

2.2 Preparação dos extratos

Os frutos foram lavados com água potável, em seguida, polpa e casca foram separadas, desintegradas manualmente para homogeneização da amostra e congeladas em freezer doméstico, protegida da luz para análises posteriores. Nossos estudos foram realizados com a polpa. Os extratos da polpa foram preparados com água, etanol 95% (EtOH 95%; H₂O 5% v/v), metanol 80% (MeOH 80%; H₂O 20% v/v), utilizando-se 50 mL do solvente extrator com 10,0 g de polpa em agitação magnética ao abrigo da luz. Após duas horas de agitação, os extratos foram filtrados com papel filtro (Palioto et al., 2015). O extrato metanol 50%/acetona 70% (MeOH/Ace) foi preparado segundo metodologia descrita por Rufino et al. (2007). Os extratos foram preparados em duplicata, e armazenados sobre refrigeração em frasco âmbar, para posterior análise, até no máximo por 7 dias.

2.3 Determinação da acidez total titulável

A acidez total titulável da laranjinha-de-pacu foi determinada segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa.

2.4 Determinação do pH

O pH do extrato aquoso da polpa da laranjinha-de-pacu foi determinado utilizando-se de pHmetro digital da *Bel Engineering*, modelo W3B, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.5 Determinação de antocianinas e flavonoides amarelos

A determinação das antocianinas totais e flavonoides amarelos foram realizadas segundo a metodologia de Francis (1982). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS a 535 nm para antocianinas e 374 nm para flavonoides amarelos. Os resultados foram expressos em mg por 100 gramas de polpa.

2.6 Determinação de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado através da metodologia descrita por Horwitz (2000) modificado de Benassi e Antunes (1998).

2.7 Determinação de carotenoides

A determinação de carotenoides totais foi realizada de acordo com a metodologia de Higby (1962). A absorbância foi lida a 450 nm em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS e os resultados expressos em mg por 100 gramas de polpa.

2.8 Determinação de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais dos quatro extratos da laranjinha-de-pacu, na concentração de 10 mg mL⁻¹, foram determinados utilizando o reagente Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia descrita por Minussiet al. (2003), adaptada de Singlenton et al. (1965). A leitura da absorbância foi feita a 740 nm em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS. Uma curva padrão de ácido gálico nas concentrações de 100, 80, 60, 40, 20, 10 µg mL⁻¹ foi construída e os resultados foram expressos em mg EAG por 100 gramas de polpa da fruta, onde EAG representa o equivalente em ácido gálico.

2.9 Determinação de flavonoides totais

Os flavonoides totais dos quatro extratos da laranjinha-de-pacu, na concentração de 10 mg mL⁻¹ foram determinados segundo a adaptação da metodologia descrita por Funari e Ferro (2006). As leituras foram realizadas a 425 nm em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS. Uma curva padrão nas concentrações de 50, 40, 30, 20, 10, 5, 2,5 µg mL⁻¹ foi preparada com solução metanólica de rutina. Os resultados foram expressos em mg de rutina 100 g⁻¹ de polpa.

2.10 Atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical livre DPPH[·]

Para determinação da atividade antioxidante dos quatro extratos da laranjinha-de-pacu, nas concentrações de 200 e 20 mg mL⁻¹, adicionou-se em uma cubeta 0,5 mL de amostra, 3,0 mL de etanol absoluto e 0,3 mL da solução do radical DPPH 0,3 mM em etanol (EtOH). Após 100 minutos de incubação a absorbância foi determinada em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS a 517 nm (Brand-Williams et al., 1995). A atividade foi expressa de acordo com o branco específico da amostra e o controle (3,0 mL de etanol absoluto, 0,5 mL de etanol 70% e 0,3 mL de DPPH 0,5 mM).

A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição em relação ao controle, de acordo com a Equação 1, onde (Aa) representa a absorbância da amostra, (Ab) representa a absorbância do branco da amostra e (Ac) representa a absorbância do controle. Foi utilizado como padrão o BHT (butil-hidroxi-tolueno) e ácido ascórbico a uma concentração de 100 µg mL⁻¹.

$$AA\% = 100 - [(Aa - Ab) \cdot 100 \cdot (Ac)^{-1}] \quad (1)$$

2.11 Determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS^{·+}

A atividade antioxidante dos quatro extratos da laranjinha-de-pacu foi determinada segundo a metodologia de Rufino et al. (2007), adaptada de Larrauri et al. (1997). Os extratos foram preparados nas concentrações de 200 e 20 mg mL⁻¹. Após 6 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro Agilent Technologies, modelo Cary 60 UV-VIS a 734 nm. A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição em relação ao controle, de acordo com a Equação 1. Foi utilizado como padrão o BHT (butil-hidroxi-tolueno) e ácido ascórbico a uma concentração de 0,1 mg mL⁻¹.

2.12 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Statistica® 8.0 (StatSoft, Inc., 1984-2007). Os resultados apresentados, obtidos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), correspondem a média $\pm$ desvio padrão. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para cada um dos dois extratos foi realizada uma triplicata, fornecendo $n = 6$.

3 Resultados e discussões

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), as características físico-químicas mais comuns para avaliação da qualidade nutricional dos frutos são pH, acidez total e compostos fenólicos. Essas características são influenciadas por diversos fatores, como as condições edafoclimáticas, tratos culturais, época e local de colheita, variedade e manuseio pós-colheita (Lima et al., 2013).

A medida do pH é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor de produtos, e escolha de embalagem. Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (Cecchi, 2003). De acordo com Sousa et al. (2013), o percentual de acidez total titulável representa uma barreira de segurança contra o desenvolvimento de microrganismos, esta determinação é bastante utilizada antes da escolha do processamento ao qual o fruto irá sofrer e indica o estado de conservação de um produto.

Os valores obtidos para a acidez titulável da polpa dos frutos de laranjinha-de-pacu foi de $3,58 \pm 0,03$ g 100 g⁻¹ e o pH $3,99 \pm 0,01$, indicando o caráter ácido da polpa da laranjinha-de-pacu. De acordo com o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta, o pH encontrado para a laranjinha-de-pacu está próximo ao mínimo recomendado para polpa de acerola (pH 4,0), graviola (pH 3,5), goiaba (pH 3,5) e manga (pH 3,3), o que indica seu potencial no preparo de bebidas e produtos alimentícios (BRASIL, 2000).

Ainda de acordo com o Regulamento Técnico, a acidez titulável da polpa de laranjinha-de-pacu se mostrou elevada se comparada com a polpa de frutas como manga (0,32 g 100 g⁻¹), graviola (0,60 g 100 g⁻¹), acerola (0,80 g 100 g⁻¹), cajá (0,90 g 100 g⁻¹) e cupuaçu (1,50 g 100 g⁻¹) e foi inferior ao suco de limão (5,00 g 100 g⁻¹) (BRASIL, 2000).

A Tabela 1 indica os teores de flavonoides amarelos, antocianinas, carotenoides e vitamina C (ácido ascórbico) em mg 100 g⁻¹ para a polpa da laranjinha-de-pacu.

Tabela 1 - Valores de compostos bioativos em mg 100 g⁻¹ para polpa da laranjinha-de-pacu.

Flavonoides Amarelos	Antocianinas	Carotenoides	Vitamina C
9,63 ± 0,22	0,65 ± 0,14	0,93 ± 0,08	34,87 ± 0,59

Fonte: Autoria própria (2019).

Os flavonoides amarelos presentes em polpas de fruta são responsáveis por diversos efeitos biológicos, principalmente devido as suas propriedades antioxidantes. O valor encontrado neste estudo, se mostrou superior ao encontrado Lima et al. (2013) para diferentes genótipos de pitaia (1,89-6,03 mg 100 g⁻¹) e inferior ao encontrado por Palioto et al. (2015) para polpa de noni (13,01 mg 100 g⁻¹).

O teor de antocianinas determinado neste estudo foi inferior aos valores encontrados para as polpas de goiaba (2,7 mg 100 g⁻¹), acerola (16,0 mg 100 g⁻¹), morango (23,7 mg 100 g⁻¹) e açaí (22,8 mg 100 g⁻¹) determinadas por Kuskoski et al. (2005). Condições de cultivo, tempo de plantio, exposição à luz UV e método de colheita podem levar a degradação das antocianinas (Siriwoharn, 2004).

Os carotenoides são pigmentos naturais presentes em uma variedade de frutas, verduras folhosas, raízes e sementes, cuja coloração varia entre o amarelo e o vermelho. São classificados como substâncias bioativas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estando associadas às propriedades nutricionais e funcionais dos alimentos, sendo capazes de fornecer benefícios à saúde, tais como adiar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e promover a melhora da qualidade e expectativa de vida. O teor de carotenoides encontrado neste estudo foi superior ao encontrado por Almeida et al. (2013) para polpa de acerola (0,615 mg 100 g⁻¹) e por Palioto et al. (2015) para polpa de noni (0,45 mg 100 g⁻¹), e inferior ao encontrado por Costa et al. (2010) para o canistel (*P. campechiana*) (22,6 mg 100 g⁻¹).

A vitamina C é uma das substâncias com maior significado para a nutrição humana e em frutos cítricos apresentam teores muito variados, pois sofre degradação pela ação da luz, calor e baixa umidade relativa (Lee e Kader, 2000; Moeslinger et al., 1995). O valor encontrado de 34,87 ± 0,59 mg 100 g⁻¹ neste estudo, indica baixa concentração de ácido ascórbico na polpa da laranjinha-de-pacu em relação à classificação de Silva et al. (2009).

Quando comparada com outras frutas através da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), a laranjinha-de-pacu apresentou teor de vitamina C superior a uva Itália

(3,3 mg 100 g⁻¹), graviola (19,1 mg 100 g⁻¹), banana prata (21,6 mg 100 g⁻¹) e cupuaçu (24,5 mg 100 g⁻¹), teor aproximado do limão galego (34,5 mg 100 g⁻¹), abacaxi (34,6 mg 100 g⁻¹), laranja-da-terra (34,7 mg 100 g⁻¹), limão tahiti (38,2 mg 100 g⁻¹) e teor inferior a laranja lima (41,3 mg 100 g⁻¹), tangerina tipo poncã (48,8 mg 100 g⁻¹), morango (63,6 mg 100 g⁻¹), mexerica (112,0 mg 100 g⁻¹) e acerola (941,4 mg 100 g⁻¹) (TACO, 2011).

A Tabela 2 indica os teores de compostos fenólicos totais e flavonoides totais, calculados pelas equações da reta: $y = 5,634x - 0,032$; $R^2 = 0,997$ e $y = 0,002x + 0,018$; $R^2 = 0,985$, respectivamente, para os diferentes extratos da laranjinha-de-pacu.

Tabela2 - Resultados dos compostos fenólicos totais e flavonoides totais de diferentes extratos da polpa da laranjinha-de-pacu.

Extratos	Fenólicos Totais (mg EAG 100 g⁻¹)	Flavonoides Totais (mg ERT 100 g⁻¹)
MeOH 80%	32,25 ± 2,82 ^b	12,23 ± 1,53 ^a
EtOH 95%	38,55 ± 0,90 ^{a,b}	14,04 ± 1,30 ^a
Aquoso	30,00 ± 4,45 ^b	15,40 ± 1,34 ^a
MeOH/Ace	48,61 ± 1,37 ^a	14,95 ± 1,82 ^a

Fonte: Autoria própria (2019).

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n=6). Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferenças significativas (p<0,05) pelo teste de Tukey. EAG = equivalentes de ácido gálico; ERT = equivalentes de rutina

Os compostos fenólicos podem proteger as plantas de danos físicos e aqueles causados pela seca, radiação UV e infecções (Fan et al., 2011). Além disso, os efeitos benéficos dos alimentos para a saúde são geralmente associados com a atividade antioxidante de seus compostos fenólicos (Chu et al., 2002).

O maior teor de fenóis totais foi observado para os extratos MeOH/Ace e EtOH 95%, não apresentando diferença significativa (p>0,05). Os resultados revelaram a influência do solvente extrator para estes compostos. Extratos metanólicos de frutas como pitaia (23,15 mg EAG 100 g⁻¹) e mamão (15,3 mg EAG 100 g⁻¹) indicaram teores de compostos fenólicos inferiores ao encontrado para laranjinha-de-pacu, já o abacaxi (85,1 mg EAG 100 g⁻¹), a banana (215,7mg EAG 100 g⁻¹), a laranja (114,6 mg EAG 100 g⁻¹) e a manga (110,5 mg EAG 100 g⁻¹) apresentaram teores mais elevados em relação a fruta estudada (Faller e Fialho, 2009;

Lima, 2013). Malta et al. (2013) relataram em seus estudos um teor de fenóis totais para a polpa da guapeva, pertencente a espécie *Pouteria guardneriana*, de 321,1 mg EAG 100 g⁻¹. Dini (2011) estudou os frutos desidratados de *P. obovata* encontrando um valor de fenóis totais de 5,11 mg EAG 100 g⁻¹, isolando dos mesmos três flavonoides glicosilados e o ácido gálico. Estudo dirigidos com os frutos de *P. sapota* revelaram o ácido p-hidroxibenzóico como principal composto fenólico e um teor de compostos fenólicos totais de 28,5 mg EAG 100 g⁻¹ (Yahia et al., 2011). Silva et al. (2012) isolaram dos frutos de *P. macrophylla* o ácido gálico e digaloil glicose, sendo considerado uma boa fonte alimentar de polifenóis (867 mg EAG 100 g⁻¹).

O teor de flavonoides totais para a polpa da laranjinha-de-pacu neste estudo não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) para os diferentes extratos analisados. Flavonoides apresentam normalmente grupos hidroxila e excelentes propriedades de quelação de ferro e outros metais de transição, o que lhes confere uma grande capacidade antioxidante. Por isso desempenham papel essencial na proteção frente os fenômenos de dano oxidativo e possuem efeitos terapêuticos em um número elevado de patologias, incluindo a cardiopatia isquêmica, a aterosclerose e o câncer (Martínez-Flórez, 2002).

O interesse nos antioxidantes naturais presentes nos alimentos se deve a sua segurança e potenciais efeitos nutricionais e terapêuticos (Del Ré e Jorge, 2012).

A Tabela 3 apresenta os resultados de atividade antioxidante para a polpa da laranjinha-de-pacu determinada pelo método do sequestro do radical livre DPPH para os diferentes extratos. Quando analisados a uma concentração de 20 mg mL⁻¹ os extratos metanólico, etanólico e metanol-acetona não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), diferindo significativamente dos padrões. Os resultados demonstraram a correlação entre a concentração e o potencial antioxidante para esta fruta, bem como a influência do solvente extrator.

A atividade antioxidante da polpa desta fruta pode ser explicada em relação aos altos teores de compostos fenólicos determinados por este estudo, incluindo flavonoides, antocianinas, carotenoides e vitamina C.

De acordo com a Tabela 3, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para os extratos etanólico e metanólico em relação aos padrões ácido ascórbico e BHT a uma concentração 200 mg mL⁻¹, demonstrando alto potencial antioxidante para estes extratos de laranjinha-de-pacu. Os extratos também não diferiram significativamente entre si, apresentando potencial de seqüestro do radical DPPH superior a 93%.

Tabela 3 - Resultado da Atividade Antioxidante (%AA) de diferentes extratos da polpa da laranjinha-de-pacu pelo método de sequestro de radical livre DPPH $\cdot$.

Extrato	Concentração (mg mL ⁻¹)	%AA
Aquoso	200	93,42 $\pm$ 0,38 ^b
EtOH 95%	200	98,65 $\pm$ 0,34 ^{a,b}
MeOH 80%	200	94,52 $\pm$ 1,67 ^{a,b}
MeOH/Ace	200	93,37 $\pm$ 2,22 ^b
Aquoso	20	25,60 $\pm$ 1,35 ^d
EtOH 95%	20	32,49 $\pm$ 1,40 ^c
MeOH 80%	20	33,20 $\pm$ 1,55 ^c
MeOH/Ace	20	32,16 $\pm$ 0,99 ^c
BHT	0,1	99,45 $\pm$ 0,04 ^a
Ácido Ascórbico	0,1	99,68 $\pm$ 0,06 ^a

Fonte: Autoria própria (2019).

Resultados expressos como média $\pm$ desvio padrão (n=6). Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferenças significativas (p<0,05) pelo teste de Tukey. BHT = butil-hidroxi-tolueno; DPPH $\cdot$ = 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

Ma et al. (2004) isolaram e identificaram sete polifenóis antioxidantes dos frutos de *P. campechiana*, *P. sapota* e *P. viridis*: ácido gálico, (+)-galocatequina, (+)-catequina, (-)-epicatequina, diidromiricetina, (+)-catequina-3-O-galatoe (+)-galocatequina, e demonstraram através do teste frente o radical DPPH $\cdot$ uma excelente atividade antioxidante para estas frutas. Yahia et al. (2011) também relataram excelente atividade antioxidante pelo método DPPH $\cdot$ do extrato hidrofílico dos frutos de *P. sapota*. Torres-Rodríguez et al. (2011) também estudaram o frutos de *P. sapota* em diferentes graus de maturação, isolando o ácido gálico, galocatequina-3-galato, epicatequina e a catequina, concluindo que a fruta pode ser uma boa fonte de compostos antioxidantes, revelada pelos resultados de atividade de sequestro do radical livre DPPH $\cdot$. Silva et al. (2012) demonstraram que a capacidade antioxidante (método DPPH $\cdot$) para os frutos de *P. macrophylla* foi maior que muitas outras frutas conhecidas da Amazônia. Estudos para identificar os compostos presentes na polpa da laranjinha-de-pacu ainda deverão ser realizados.

A Tabela 4 apresenta os resultados de atividade antioxidante para a polpa da laranjinha-de-pacu determinada pelo método do sequestro do cátion radical ABTS^{•+} para os diferentes extratos.

Os resultados de porcentagem de inibição para o extrato aquoso e metanólico a uma concentração de 200 mg mL⁻¹ não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação aos padrões ácido ascórbico e BHT, demonstrando alto potencial antioxidante para estes extratos, sugerindo a presença de compostos antioxidantes de alta polaridade na polpa da fruta. Quando analisados a uma concentração de 20 mg mL⁻¹ os extratos metanólico e metanol-acetona foram os mais ativos e não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Tabela 4 - Resultado da Atividade Antioxidante (%AA) de diferentes extratos da polpa da laranjinha-de-pacu pelo método de sequestro do cátion radical ABTS^{•+}.

Extrato	Concentração (mg mL ⁻¹)	%AA
Aquoso	200	97,63±0,16 ^a
EtOH 95%	200	88,80±0,93 ^c
MeOH 80%	200	97,61±0,85 ^a
MeOH/Ace	200	93,97±0,60 ^b
Aquoso	20	19,19±0,61 ^e
EtOH 95%	20	13,44±0,37 ^f
MeOH 80%	20	24,35±0,48 ^d
MeOH/Ace	20	22,09±0,52 ^d
BHT	0,1	98,24±0,04 ^a
Ácido Ascórbico	0,1	97,73±0,10 ^a

Fonte: Autoria própria (2019).

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n=6). Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. ABTS = 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); BHT = butil-hidroxi-tolueno

Estudos indicam que a atividade antioxidante é afetada por diversos fatores e que a polaridade não consiste no único parâmetro que influencia a ação dos antioxidantes. A localização dos grupos hidrofílicos é mais importante que a polaridade dos extratos e exerce forte influência no percentual de inibição da oxidação observado, dependendo do meio onde são adicionados (Prado et al., 2009).

O extrato MeOH 80% foi o único solvente extrator a apresentar alto potencial antioxidante nas duas concentrações testadas e nos dois métodos de análise (DPPH e ABTS), demonstrando ser um excelente solvente na extração dos compostos antioxidantes da laranjinha-do-pacu. Este também foi o melhor solvente na extração de compostos antioxidantes do jiló (*Solanum gilo* Radi) (Silva et al., 2017).

4 Conclusões

A polpa da laranjinha-de-pacu, coletada no Município de Rosana – SP, apresentou acidez titulável e pH dentro da faixa para seu consumo e industrialização. Os teores de compostos bioativos revelaram a qualidade nutricional da fruta, podendo a mesma ser considerada fonte de vitamina C, antocianinas, carotenoides e flavonoides. A extração de compostos fenólicos foi influenciada pelo tipo de solvente extrator, sendo os solventes EtOH 95% e MeOH/Ace os melhores, enquanto o teor de flavonoides foi igual para todos os solventes. A atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS também foram influenciadas pelo tipo de solvente, sendo o MeOH 80% o que apresentou melhor porcentagem de sequestro dos radicais nas duas concentrações testadas. A atividade antioxidante atribuída a laranjinha-de-pacu se deve aos compostos fenólicos, antocianinas, carotenoides e flavonoides presentes em sua polpa, sendo que estudos para determinar suas estruturas deverão ser realizados. A laranjinha-de-pacu pode ser considerada uma boa fonte de compostos bioativos apresentando efeitos benéficos para a saúde humana, sendo importante o incentivo de seu consumo e a ampliação de seus estudos.

Referências

- ABE, F.; NAGAFUJI, S.; YAMAUCHI, T.; OKABE, H.; MAKI, J.; HIGO, H.; AKAHANE, H.; AGUILAR, A.; JIMÉNEZ-ESTRADA, M.; REYES-CHILPA, R. Trypanocidal constituents in plants 1. Evaluation of some Mexican plants for their trypanocidal activity and active constituents in guaco, roots of *Aristolochia taliscana*. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**. v. 25, n. 9, p. 1188-1191, 2002.
- ALMEIDA, I. V.; DÜSMAN, E.; HECK, M. C.; PAMPHILE, J. A.; LOPS, N. B.; TONIN, L. T.; VICENTINI, V. E. Cytotoxic and mutagenic effect of iodine-131 and radioprotection of acerola (*Malpighia glabra* L.) and beta-carotene in vitro. **Genetics and Molecular Research**. v. 12, n. 4, p. 6402-6413, 2013.

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1998. 188p.

ALVES, T. M. A.; SILVA, A. F.; BRANDÃO, M.; GRANDI, T. S. M.; SMÂNIA, E. F. A.; SMÂNIA-JÚNIOR, A.; ZANI, C. L. Biological screening of Brazilian medicinal plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 95, n. 3, p. 367-373, 2000.

ARAÚJO, C. R. R.; SILVA, T. M.; LOPES, M.; VILLELA, P.; ALCÂNTARA, A. F. C.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Total antioxidant capacity, total phenolic content and mineral elements in the fruit peel of *Myrciaria cauliflora*. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 16, n. 4, p. 301-309, 2013.

ASEERVATHAM, G. S. B.; SIVASUDHA, T.; SASIKUMAR, J. M.; CHRISTABEL, P. H.; JEYADEVI, R.; ANANTH, D. A. Antioxidant and hepatoprotective potential of *Pouteria campechiana* on acetaminophen-induced hepatic toxicity in rats. **Journal of Physiology and Biochemistry**. v. 70, n. 1, p. 1-14, 2013.

BARBOSA, A. P.; NASCIMENTO, C. S.; MORAIS, J. W. Estudos de propriedades antitermíticas de extratos brutos de madeira e casca de espécies florestais da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**. v.37, n. 2, p. 213-218, 2007.

BOLETI, A. P.; FREIRE, M.; COELHO, M. B.; SILVA, W.; BALDASSO, P. A.; GOMES, V. M.; MARANGONI, S.; NOVELLO, J. C.; MACEDO, M. L. Insecticidal and antifungal activity of a protein from *Pouteria torta* seeds with lectin-like properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, n. 7, p. 2653-2658, 2007.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**. v.22, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54. Disponível em:<<http://www.ibravim.org.br/downloads/1379429768.pdf>>. Acesso em 28 Jun 2018.

CARPES, S. T.; BEGNINI, R.; ALENCAR, S. M.; MASSON, M. L. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 31, n. 6, p. 1818-1825, 2007.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. 205p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHU, Y.; SUN, J.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, n. 23, p. 6910–6916, 2002.

COSTA, A. F.; SILVA, G. F.; ESCUDERO, M. C. Estudo comparativo entre produtos químicos preservantes e licores pirolenhosos na inibição de fungos emboloradores. **Brasil Florestal**. v. 21, p. 24-30, 2003.

DEL RÉ, P.V.; JORGE, N. Especiarias como Antioxidantes Naturais: Aplicações em Alimentos e Implicação na Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

DINI, I. Flavonoid glycosides from *Pouteria obovata* (R. Br.) fruit flour. **Food Chemistry**. v. 124, p. 884-888, 2011.

EMUBRA. Disponível em: <http://camarapрудente.sp.gov.br/historia/hist_oeste/cidades/rosana/turismo.html>. Acesso em: 20 Maio 2018.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**. v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009.

FAN, Z.; WANG, Z.; LIU, J. Cold-field fruit extracts exert different antioxidant and antiproliferative activities *in vitro*. **Food Chemistry**. v. 129, n. 2, p. 402–407, 2011.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: _____ **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982, 181-207.

FRANCO, E. M. **Actividad antioxidante *in vitro* de las bebidas de frutas**. Bebidas - Alfa Editores Técnicos, 20-27, 2006.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 1, p. 171–178, 2006.

GUARATINI, T.; MEDEIROS, M. H. G.; COLEPICOLO, P. Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: uso e avaliação de sua eficácia. **Química Nova**. v. 30, n. 1, p. 206-213, 2007.

HALLIWELL, B; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. 3 ed. Oxford: Clarendon, 2000. 936 p.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natura and carotene-fortified orange juice. **Journal Food Science**. v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17^o ed., v. 2. Gaithersburg: AOAC, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed., v. 1. São Paulo: IMESP, 1985. 533p.

IKRAM, E. H. K.; ENG, K. H.; JALIL, A. M. M.; ISMAIL, A.; IDRIS, S.; AZLAN, A.; NAZRI, H. S. M.; DITON, N. A. M.; MOKHTAR, R. A. M. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian under utilized fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**.v. 22, n. 5, p. 388-393, 2009.

KONCZAK, I.; ZHANG, W. Anthocyanins - More than nature's colours. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**. v. 2004, n. 5, p. 239-240, 2004.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**. v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LIMA, G. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

MA, J.; YANG, H.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Analysis of polyphenolic antioxidants from the fruits of three Pouteria species by selected ion monitoring liquid chromatography-mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 19, p. 5873-5878, 2004.

MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORES, G. M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic

compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 53, n. 1, p. 417–425, 2013.

MANOSROI, A.; SARAPHANCHOTIWITTHAYA, A.; MANOSROI, J. In vitro immunomodulatory effect of *Pouteria cambodiana* (Pierre ex Dubard) Baehni extract. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 101, n. 1-3, p. 90-94, 2005.

MANOSROI, A.; SARAPHANCHOTIWITTHAYA, A.; MANOSROI, J. Effects of *Pouteria cambodiana* extracts on in vitro immunomodulatory activity of mouse immune system. **Fitoterapia**. v. 77, n. 3, p. 189-193, 2006.

MARTÍNEZ-FLÓREZ, S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; CULEBRAS, J. M.; TUNÓN, M. J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición Hospitalaria**. v. 17, n. 6, p. 271-278, 2002.

MINUSSI, R. C.; ROSSI, M.; BOLOGNA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G. M.; DURÁN, N. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. **Food Chemistry**. v. 82, n. 3, p. 409-416, 2003.

MOESLINGER, T.; BRUNNER, M.; VOLF, I.; SPIECKERMANN, P. G. Spectrophotometric determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid. **General Clinical Chemistry**. v. 41, n. 8, p. 1177-1181, 1995.

MONTENEGRO, L. H. M.; OLIVEIRA, P. E. S.; CONSERVA, L. M.; ROCHA, E. M. M.; BRITO, A. C.; ARAÚJO, R. M.; TREVISAN, M. T. S.; LEMOS, R. P. L. Triterpenóides e avaliação do potencial antimalárico, larvicida, anti-radicalar e anticolinesterástico de *Pouteria venosa* L (Sapotaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, n. Supl, p. 611-617, 2006.

NASCIMENTO, M. C.; ALCANTARA, S. F.; HADDAD, C. R. B.; MARTINS, F. R. Allelopathic potential of *Pouteria torta* (Mart.) Radlk., a species of the Brazilian cerrado. **Allelopathy Journal**. v. 20, n. 2, p. 279-285, 2007.

NASCIMENTO, V. E.; MARTINS, A. B. G.; HOJO, R. H. Caracterização física e química de frutos de mamey. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30, n. 4, p. 953-957, 2008.

PALIOTO, G. F.; SILVA, C. F. G.; MENDES, M. P.; ALMEIDA, V. V.; ROCHA, C. L. M. S. C.; TONIN, L. T. D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v. 17, n. 1, p. 59-66, 2015.

PENNINGTON, T. D. **Sapotaceae**. 1990. 770p. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 770p. Flora Neotropica. Monography, 52.

PERFEITO, J. P. et al. Characterization and biological properties of *Pouteria torta* extracts: a preliminary study. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 15, n. 3, p. 183-186, 2005.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 1994, 320p.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, 2000. 404p.

PRADO, A. C. P.; ARAGÃO, A. M.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de extratos da casca de noz-pecã [*Caryillinoisensis* (Wangenh.) C. Koch]. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 12, n. 4, p. 323-332, 2009.

RUFINO M. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; DE MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa: Comunicado Técnico online**. v. 127, p. 1-4, 2007.

SHAHIDI, F. Natural Antioxidants: An Overview “in” **Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications**. AOCS Press: Champaign, Illinois, 1-11, 1996.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DE DEUS, T. N. Avaliação do Teor de Ácido Ascórbico em Frutos do Cerrado Durante o Amadurecimento e Congelamento. **Estudos**. v. 36, n. 11/12, p. 1159-1169, 2009.

SILVA, B.; GORDON, A.; JUNGFER, E.; MARX, F.; MAIA, J. Antioxidant capacity and phenolics of *Pouteria macrophylla*, an under-utilized fruit from Brazilian Amazon. **European Food Research and Technology**. v. 234, p. 761–768, 2012.

SILVA, C. A. M.; SIMEONI, L. A.; SILVEIRA, D. Genus *Pouteria*: Chemistry and biological activity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 19, n. 2, p. 501-509, 2009.

SILVA, C. F. G.; SUZUKI, R. M.; CANESIN, E. A.; TONIN, L. T. D. Otimização do processo de extração de compostos fenólicos antioxidantes do jiló (*Solanum gilo* Radi) e aplicação na estabilidade oxidativa do óleo de soja. **Revista Virtual de Química**. v. 9, n. 2, p. 729-739, 2017.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C. E.; PEREIRA, C. B. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* l. hybrids) anthocyanins, polyphenolics,

and antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, n. 26, p. 8021-8030, 2004.

SOUSA, F. C.; SILVA, L. M. M.; CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; SOUZA, E. P. Propriedades físicas e físico-químicas de polpa de Juazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 2, p. 68-71, 2013.

StatSoft.Inc. SOFTWARE ESTATÍSTICA®. Versão 8. 2007.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4 ed., NEPA-UNICAMP: Campinas, 2011, 161p.

TORRES-RODRÍGUEZ, A.; SALINAS-MORENO, Y.; VALLE-GUADARRAMA, S.; ALIA-TEJACAL, I. Soluble phenols and antioxidant activity in mamey sapote (*Pouteria sapota*) fruits in postharvest. **Food Research International**. v. 44, p. 1956-1961, 2011.

YAHIA, E. M.; GUTIÉRREZ-OROZCO, F.; LEON, C. A. Phytochemical and antioxidant characterization of mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn) fruit. **Food Research International**. v. 44, p. 2175-2181, 2011.

ZHAO, H.; DONG, J.; LU, J.; CHEN, J.; LI, Y.; SHAN, L.; LIN, Y.; FAN, W.; GU, G. Effects of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in Barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 54, n. 19, p. 7277-7286, 2006.