

Influência do tempo de infusão nas características físico-químicas e no conteúdo de compostos bioativos nutracêuticos de folha de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)

Influence of infusion time on the physicochemical characteristics and on the content of nutraceutical bioactive compounds in mangaba leaf (*Hancornia speciosa* Gomes)

Influencia del tiempo de infusión en las características fisicoquímicas y en el contenido de compuestos bioactivos nutracéuticos en hoja de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)

Recebido: 17/09/2020 | Revisado: 19/09/2020 | Aceito: 23/09/2020 | Publicado: 25/09/2020

Alaíza Barros Lima Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1962-3569>

Universidade Tiradentes, Brasil

E-mail: alaizamorais@hotmail.com

Daniela Nascimento Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8070-7265>

Universidade Tiradentes, Brasil

E-mail: dani.ferreira1889@gmail.com

Giannina Soares Taveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5806-1146>

Universidade Tiradentes, Brasil

E-mail: gianninasoares@hotmail.com

Heriberto Alves dos Anjos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9234-1085>

Universidade Tiradentes, Brasil

E-mail: heribertoanjos@yahoo.com.br

Alessandra Almeida Castro Pagani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4191-3888>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: alespagani@yahoo.com.br

Resumo

A folhas da mangabeira são popularmente utilizadas no preparo de chás e infusões com fins medicinais. Infusões de ervas apresentam propriedades benéficas devido as substâncias bioativas que atuam como antioxidantes. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar as características físico-químicas e o conteúdo de compostos bioativos nutracêuticos e, verificar a influência do tempo em infusões de folhas de mangaba. As infusões foram preparadas em triplicada a 5 e 10 (I5 e I10) minutos, adicionando 1 g de material vegetal *in natura* em 50 mL de água fervente. Foram efetuadas análises para caracterização físico-química das folhas *in natura*, infusões e resíduos: cor e índice de escurecimento (I.E.); sólidos solúveis totais em °Brix e; pH. As análises dos compostos bioativos foram: clorofilas, carotenóides e fenóis totais. Nas análises físico-químicas, o teor de sólidos solúveis totais não variou significativamente, indicando que os tempos analisados extraíram conteúdos similares. O I.E. permaneceu constante, indicando que o tratamento térmico não foi associado com a ativação enzimática e escurecimento. Entretanto, o tempo de infusão afetou significativamente os fitoquímicos. Os valores de clorofila total e suas frações variaram com diminuição progressiva em comparação da folha *in natura* em diferentes tempos de infusão, bem como os carotenóides totais, β -caroteno e fenóis, o que sugere influência do tempo na quantidade desses compostos presentes nas infusões, sendo que, a I5 proporcionou menor perda dos compostos comparado à I10, podendo correlacionar-se positivamente com a concentração de flavonóides e com a atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Apocynaceae*; Chá; Tempo; Compostos fitoquímicos.

Abstract

The leaves of mangabeira are popularly used in the preparation of teas and infusions for medicinal purposes. Herbal infusions have beneficial properties due to the bioactive substances that act as antioxidants. Thus, the objective of this study was to evaluate the physical-chemical characteristics and the content of nutraceutical bioactive compounds and to verify the influence of time on mango leaf infusions. The infusions were prepared in triplicate at 5 and 10 (I5 and I10) minutes, adding 1 g of vegetable material *in natura* in 50 mL of boiling water. Analyzes were carried out for physical-chemical characterization of fresh leaves, infusions and residues: color and browning index (I.E.); total soluble solids in °Brix e; pH. The analyzes of the bioactive compounds were: chlorophylls, carotenoids and total phenols. In the physical-chemical analyzes, the content of total soluble solids did not vary significantly, indicating that the analyzed times extracted similar contents. I.E. remained

constant, indicating that heat treatment was not associated with enzymatic activation and browning. However, the infusion time significantly affected phytochemicals. The values of total chlorophyll and its fractions varied with a progressive decrease compared to leaf in natura at different infusion times, as well as total carotenoids, β -carotene and phenols, which suggests the influence of time on the amount of these compounds present in infusions, being that, I5 provided less loss of the compounds compared to I10, being able to correlate positively with the concentration of flavonoids and with the antioxidant activity.

Keywords: *Apocynaceae*; Tea; Time; Phytochemicals.

Resumen

Las hojas de mangabeira se utilizan popularmente en la preparación de tés e infusiones con fines medicinales. Las infusiones de hierbas tienen propiedades beneficiosas debido a las sustancias bioactivas que actúan como antioxidantes. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas y el contenido de compuestos bioactivos nutraceuticos y verificar la influencia del tiempo en las infusiones de hoja de mango. Las infusiones se prepararon por triplicado a los 5 y 10 (15 y 10) minutos, agregando 1 g de materia vegetal in natura en 50 mL de agua hirviendo. Se realizaron análisis para la caracterización físico-química de hojas frescas, infusiones y residuos: color e índice de pardeamiento (I.E.); sólidos solubles totales en °Brix e; pH. Los análisis de los compuestos bioactivos fueron: clorofilas, carotenoides y fenoles totales. En los análisis físico-químicos, el contenido de sólidos solubles totales no varió significativamente, lo que indica que los tiempos analizados extrajeron contenidos similares. IE se mantuvo constante, lo que indica que el tratamiento térmico no se asoció con la activación enzimática y el pardeamiento. Sin embargo, el tiempo de infusión afectó significativamente a los fitoquímicos. Los valores de clorofila total y sus fracciones variaron con una disminución progresiva en comparación con la hoja in natura en diferentes tiempos de infusión, así como carotenoides totales, β -caroteno y fenoles, lo que sugiere la influencia del tiempo en la cantidad de estos compuestos presentes en infusiones. siendo que I5 proporcionó menor pérdida de los compuestos en comparación con I10, pudiendo correlacionarse positivamente con la concentración de flavonoides y con la actividad antioxidante.

Palabras clave: *Apocynaceae*; Té; Hora; Fitoquímicos.

1. Introdução

A mangabeira é uma árvore conhecida pelos índios mesmo antes da chegada dos portugueses na América. Recebe o nome científico de *Hancornia speciosa* Gomes a mais comum das seis variedades (Silva Jr. *et al.*, 2017). A árvore é caracterizada como de porte médio, o fruto tipo baga de 2,5 a 6 cm em amarelo com estrias avermelhadas, polpa de sabor bastante suave, doce, carnosos-viscosa, ácida, contendo geralmente de 2 a 15 sementes chatas. Toda a planta exsuda látex de cor branca ou róseo-pálida (Silva Jr. *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2018). Em Sergipe, as áreas naturais de mangabeiras estão situadas ao longo do litoral entre a Foz do Rio São Francisco, ao norte, e a Foz do Rio Real, ao sul, totalizando 163 Km de extensão (Silva Jr. *et al.*, 2017).

A comercialização do fruto é destinada para as fábricas de polpas, sorveterias, redes de supermercados e intermediários, sendo de grande procura nos mercados livres e consumida principalmente como polpa, suco e sorvete. O fruto é fonte de minerais essenciais (Ca, P, Zn, Fe), combinando grande quantidade de Vitamina C (33-247mg/100 g de polpa) e ferro (2,4-4,1mg/100 g de polpa), o que melhora a biodisponibilidade deste mineral (Rodrigues *et al.*, 2017).

Infusões de ervas, incluindo chás, tem sua importância relacionada às suas propriedades benéficas devido aos metabólitos secundários, conhecidos como substâncias bioativas nutraceuticas, fitoquímicos ou fitonutricionais, que são compostos ativos e derivados naturais que promovem a saúde, previnem doenças e têm propriedades medicinais (Manach *et al.*, 2004; HO *et al.*, 2010). Nas plantas, esses compostos geralmente estão relacionados com os sistemas de defesa do vegetal contra a radiação ultravioleta ou contra agressões de insetos ou patógenos. Apesar de não terem uma função nutricional classicamente definida, e não serem considerados essenciais para o ser humano, os compostos bioativos nutraceuticos atuam na proteção do DNA, do sistema imunológico, no aumento da síntese protéica e na modulação hormonal (Azevedo, 2004; Bastos *et al.*, 2009).

As folhas, raízes, cascas do tronco e látex da mangabeira são utilizados, popularmente, no preparo de chás e infusões com fins medicinais. Cientificamente, estudos experimentais têm observado a atividade do extrato etanólico da folha, com elevado teor de bioativos nutraceuticos (flavonóides, carotenóides e polifenóis), com evidências de seu potencial efeito no tratamento de feridas e distúrbios inflamatórios (Geller *et al.*, 2015), efeito antidiabético (Pereira *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2018), efeito antioxidante (Santos *et al.*, 2018)

e efeito anti-hipertensivo (Silva *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2018). Entretanto, não há registro na literatura de estudos com a infusão da folha de mangaba para obtenção de chá.

Vários fatores podem influenciar o conteúdo dos compostos bioativos, como processos tecnológicos (processamento da planta, concentração, tempo e temperatura de extração), tipo de plantas (espécie, parte utilizada e estágio de desenvolvimento) e fatos ambientais (clima, estação do ano, estresses entre outros) (Bonfim *et al.*, 2017).

Diferentes estudos concluem a elevada concentração e variedade de compostos bioativos capazes de atuar como antioxidantes em plantas comestíveis como: alecrim (Lee *et al.*, 2019), boldo (Soto *et al.*, 2014), camomila (Cvetanović *et al.*, 2019) e manjerição (Teofilović *et al.*, 2017). Trabalhos como os citados anteriormente justificam a ampla utilização de ervas para a prevenção e tratamento de patologias na medicina ortomolecular. Herrera *et al.* (2018) destaca que as plantas medicinais possuem atividade antioxidante mais potente do que frutas e vegetais comuns.

Dados publicados pela Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas - ABIR (2019) mostram que o consumo brasileiro de bebida não alcoólicas entre os anos de 2010 a 2016 permaneceu constante, mas os refrigerantes apresentam queda quando avaliados separadamente. O consumo de infusões de ervas na Europa e nos Estados Unidos da América aumentou nos últimos anos (Izzo *et al.*, 2016). Nota-se que o mercado consumidor possui uma crescente demanda por produtos menos industrializados e com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde. Incentivado pela tendência do mercado, o consumo de infusões é um ponto positivo para ajudar a atingir a quantidade diária recomendável de água.

Devido aos estudos sobre os efeitos benéficos de extratos da folha de mangaba para tratamento e manutenção da saúde, torna-se interessante iniciar pesquisas para a quantificação de compostos bioativos nutracêuticos em infusão das folhas para a obtenção de chás. Além disso, a fácil acessibilidade, conhecimento popular sobre a planta e a tendência de consumo de bebidas não alcoólicas, justifica e incentiva a produção acadêmica da linha de pesquisa. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e o conteúdo de compostos bioativos nutracêuticos e, verificar a influência do tempo em infusões de folhas de mangaba (*H. speciosa* Gomes).

2. Metodologia

A presente estudo foi de carácter experimental, com análise qualitativa e quantitativa, apresentando como principal variável o tempo de infusão da amostra. Para isso, foram avaliadas as características físico-químicas e o conteúdo de compostos bioativos nutracêuticos.

2.1. Material vegetal

As folhas de mangaba (*hancornia speciosa gomes*) foram colhidas em período de entressafra do fruto (mês de outubro) no sul do Estado de Sergipe, Brasil (localização aproximada: 11°21'43.6"s 37°19'25.1"w). As amostras foram higienizadas e armazenadas em sacos de pebd à $-12^{\circ}\text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$ por 2 dias – período que antecedeu a realização das análises. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de análises físico-químicas de alimentos, departamento de tecnologia de alimentos (DTA), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil.

2.2. Preparação da infusão

As infusões foram preparadas em triplicada a partir das plantas selecionadas, adicionando 1 g de material vegetal *in natura* em 50 mL de água fervente (100°C à 1 atm), de acordo com Herrera *et al.* (2018). A extração foi realizada a 5 e 10 minutos por meio da técnica de prensa utilizando êmbolo filtrante e recipiente de vidro borosilicato.

2.3. Análises

Foram efetuadas análises em triplicatas para caracterização físico-química das folhas *in natura*, infusões e resíduos (torta da infusão). As análises dos compostos bioativos nutracêuticos foram realizadas nas folhas e nas infusões imediatamente após a prensagem.

2.3.1. Análises físico-químicas

Cor e índice de escurecimento

Determinada de acordo com a metodologia de Gennadios *et al.* (1996), utilizando colorímetro portátil da marca Color Meter Minolta 200b para medir os valores das coordenadas L^* , a^* e b^* de espaço de cores e Hue. O índice de Escurecimento (IE) foi obtido a partir dos valores na análise de cor, e calculado segundo o modelo proposto por Palou *et al.* (1999).

Sólidos solúveis totais

Para a determinação de sólidos solúveis utilizou-se um refratômetro de bancada Abbé e o resultado foi expresso em °Brix (IAL, 2005).

pH

Utilizou-se o método Potenciométrico por meio de pH de bancada – Simpla PH140 seguindo metodologia do IAL (2005).

2.3.2. Análises dos compostos bioativos

Clorofila e carotenóides totais e suas frações

Foram determinados os teores de clorofila a, b e total e, carotenóides totais e β -caroteno seguindo o método proposto por Lichtenthaler (1987), os resultados foram expressos em $\mu\text{g/g}$.

Fenóis totais

Os teores de fenóis foram avaliados seguindo Ragazzi & Veronesi (1973) com adaptações. Foi utilizado 0,5mL do extrato metanólico adicionado de 2mL de Folin 0,02N e 2 mL da solução aquosa de Na_2CO_3 10%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro digital

325-1000NM Mod. GT7220, em comprimento de onda de 765nm e, os teores expressos em $\mu\text{g GAE/g}$.

2.4. Análise estatística

Todos os dados foram relatados como média \pm desvio-padrão em três repetições. As análises estatísticas foram realizadas usando o Minitab 16 Statistical Software (Minitab Pty Ltd., Sydney, Austrália). A diferença entre as amostras foi determinada utilizando ANOVA de uma via e teste de Tukey a um nível de significância de $p < 0,05$.

3. Resultados e discussão

3.1 Análises físico-químicas

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais, observou-se que não houve variação significativa nos diferentes tempos de infusão, indicando que os tempos analisados extraíram similarmente os conteúdos de macronutrientes, principalmente os açúcares, ácidos orgânicos e minerais a $p \geq 0,05$, apresentando quantidades similares de sedimentos.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas da folha de mangaba *in natura*, das infusões em 5 e 10 minutos (I5 e I10, respectivamente) e dos seus resíduos (R5 e R10).

Análises físico-químicas ¹	Folha	Infusão		Resíduos		
		I5	I10	R5	R10	
SST (°Brix)	3,9000 \pm 0,0000 ^a	0,2333 \pm 0,1528 ^c	0,3000 \pm 0,0000 ^c	2,2000 \pm 0,3606 ^b	2,4667 \pm 0,0577 ^b	
Parâmetros de cor	a	-4,2667 \pm 0,5686 ^c	1,4667 \pm 0,0577 ^{ab}	1,5333 \pm 0,0577 ^a	-1,3333 \pm 0,4041 ^b	-0,7000 \pm 1,2124 ^b
	b	27,2333 \pm 0,6506 ^a	12,5333 \pm 0,1155 ^d	12,2667 \pm 0,0577 ^e	25,7000 \pm 0,9000 ^b	23,7333 \pm 1,3317 ^c
	L	42,2333 \pm 0,5033 ^a	30,0333 \pm 0,1527 ^c	30,4333 \pm 0,2082 ^c	42,9000 \pm 1,8028 ^a	37,9333 \pm 0,7506 ^b
	Hue°	99,1667 \pm 1,1846 ^a	83,3000 \pm 0,3000 ^c	82,7667 \pm 0,3215 ^c	92,9333 \pm 0,8622 ^b	91,6000 \pm 2,9462 ^b
I.E.	0,4585 \pm 0,0051 ^a	0,4020 \pm 0,0010 ^b	0,4057 \pm 0,0008 ^b	0,4519 \pm 0,0034 ^a	0,4634 \pm 0,0045 ^a	
pH	-	7,85 ^a	7,80 ^a	-	-	

¹Médias \pm Desvio-padrão seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2020).

Como pode ser visto, a tabela 1 apresenta as análises físico-químicas da folha *in natura*, infusões e respectivos resíduos nos tempos estudados e revela os parâmetros encontrados. Nesse sentido, Das *et al.* (2019) obtiveram aproximadamente 0,2 °Brix para infusão de chá verde à 80°C por 20 min e indicaram que o conteúdo de sólidos solúveis seguiu tendência semelhante à do conteúdo de açúcar, sendo o conteúdo relacionado ao gosto predominante e aceitação da bebida. De acordo com Podadera & Sabato (2007), o açúcar livre em chá também melhora os atributos de qualidade, cruciais para a síntese da catequina, contribui com sólidos solúveis e melhora a formação de compostos aromatizantes durante o processamento.

Em relação aos parâmetros de cor, observou a predominância da coloração verde devido ao parâmetro a (-) e Hue° próximo à 90° na folha *in natura* e resíduos das extrações, com diferenças a $p < 0,05$ nas amostras comparadas. Nas infusões (I5 e I10), houve predominância da coloração amarelada devido ao Hue° em torno de 83° (Tabela 1), ($p > 0,05$) (Sappi, 2013).

De acordo com Goupy *et al.* (1995), o Índice de Escurecimento (I.E.) enzimático depende de vários fatores, principalmente do conteúdo de compostos fenólicos e/ou das enzimas PPO e PDO presentes em células vegetais. Além da composição química, a ocorrência do escurecimento está associada à temperatura, Aw, pH, UR e presença de íons metálicos de transição (Hodge, 1953; Kwak & Lim, 2004). No presente estudo, observou-se que o I.E. permaneceu constante na folha e resíduos, indicando que o tratamento térmico não foi associado com a ativação enzimática e escurecimento do material vegetal.

A constância da atividade enzimática também foi observada pelo I.E. e pH das infusões (Tabela 1). Além disso, a similaridade do pH e dos sólidos solúveis totais podem ser relacionadas à similaridade da fluidez das infusões (Cecchi, 2003).

3.2 Análises dos compostos bioativos

A Tabela 2 apresenta as concentrações dos compostos bioativos nutracêuticos analisados antes e após a infusão em 5 e 10 minutos.

Tabela 2. Resultados das análises dos compostos bioativos da folha de mangaba *in natura* e das infusões em 5 e 10 minutos (I5 e I10, respectivamente).

Análises dos compostos bioativos ¹	Folha	Infusões		
		I5	I10	
Clorofila (Cl)	a (µg/g)	301,8321 ± 10,2746 ^a	37,8716 ± 6,3826 ^b	2,1504 ± 0,0918 ^c
	b (µg/g)	110,7829 ± 5,6847 ^a	9,9840 ± 4,3928 ^b	0,7921 ± 1,8237 ^c
	Total (µg/g)	412,6150 ± 20,3948 ^a	47,8556 ± 10,9380 ^b	2,9425 ± 0,0918 ^c
Carotenóides (Carot)	β-caroteno (µg/g)	154,822 ± 35,3927 ^a	18,8372 ± 8,8372 ^b	13,9753 ± 10,0192 ^b
	Total (µg/g)	499,3964 ± 50,9194 ^a	41,8052 ± 10,0221 ^b	23,0016 ± 0,6573 ^c
	Fenóis totais (µg de GAE/g)	12368,3007 ± 644,4060 ^a	1458,4967 ± 129,8420 ^b	98,0392 ± 14,1217 ^c

¹Médias ± Desvio-padrão seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2020).

Notou-se que a folha *in natura* é fonte de compostos que possuem características antioxidantes. Entretanto, os dados da ANOVA unidirecional mostraram que o tempo de infusão afetou significativamente as substâncias antioxidantes lipofílicas estudadas: clorofila total e suas frações a e b, carotenóides totais, β-caroteno e fenóis totais ($p < 0,05$). Dessa forma, pode-se observar na tabela 02 que com o tempo a concentração dessas substâncias foram diminuindo em virtude da interação com o ambiente e das suas propriedades voláteis.

3.2.1. Clorofilas

Os valores de clorofila total (Tabela 2) variaram de 2,9425 a 412,615 µg/g, com diminuição progressiva de aproximadamente 90% a cada tempo de infusão. As frações Cla e Clb também seguiram o mesmo coeficiente de linearidade.

A diferença de concentração de clorofila pode ser relacionada ao tempo de extração em temperatura de ebulição, que foi capaz de oxidar um maior conteúdo do composto na amostra I10 quando comparada com a I5.

De acordo com Donlao & Ogawa (2019), apesar da clorofila ser um pigmento insolúvel em água, ela é liberada durante a extração com água quente das folhas de chá e pode ser observada como uma suspensão, que pode contribuir, em certa medida, para o verde da infusão e aumento da turbidez de chás.

Entretanto, o parâmetro de cor a^* , que é relacionado as cores verde/vermelho, não apresentou diferença significativa a 5% para as infusões (Tabela 1). Dessa forma, a clorofila é considerada um composto importante para determinar o verde de infusões, mas não teve papel significativa na cor das infusões no intervalo de tempo estudado.

3.2.2. Carotenóides

A concentração de carotenóides totais e β -caroteno da folha *in natura* foi aproximadamente 49,9 e 15,4 mg/100g, respectivamente (Tabela 2). De acordo com Cardoso *et al.* (2014), a polpa mangaba apresenta $0,11 \pm 0,01$ mg/100g de carotenóides totais, sendo $0,06 \pm 0,01$ mg/100g de β -caroteno. Rufino *et al.* (2010) obtiveram concentração média de carotenóides totais em frutos de mangaba igual a 0,3 mg/100g. Portanto, destaca-se a elevada concentração de carotenóides nas folhas comparadas ao fruto.

Uma importante função dos carotenóides é a sua atuação como pró-vitamina A. Cerca de 50% dos carotenóides podem resultar em vitamina A (Smith *et al.*, 1997). A absorção dos carotenos é realizada por difusão passiva no intestino delgado como a sua conversão em vitamina A e transportado pelos vasos linfáticos para o fígado. A vitamina A exerce numerosas funções no organismo, como ação protetora na pele e mucosas e papel essencial na função da retina e da capacidade funcional dos órgãos de reprodução, sendo o β -caroteno é o mais abundante e mais eficaz pró-vitamina A presente nos alimentos (Smith *et al.*, 1997; Liu, 2004).

Santos *et al.* (2018) destacaram a clorofila a e o β -caroteno como antioxidantes predominantes em extrato etanólico de folhas de mangaba, com 1,33 e 0,55 mg/100 g de amostra, respectivamente. No presente estudo – com infusão de folha de mangaba - os valores obtidos foram $4,2 \pm 1,00$ e $1,9 \pm 0,88$ mg/100g para a extração em 5 min e, $2,30 \pm 0,06$ e $1,4 \pm 1,01$ mg/100g para a extração em 10 min.

Os autores citados anteriormente realizaram a extração por 14 dias seguida de concentração e da liofilização, com rendimento final de 28%. Nota-se que os parâmetros utilizados pelos autores não foram eficientes na extração dos compostos supracitados quando comparado com o estudo atual, devido a metodologia de extração e a regionalidade da espécie estudada.

Os carotenóides seguiram o comportamento observado nas análises da clorofila e suas frações, com diminuição dos compostos nas infusões. Notou-se diferença quantitativa ($p < 0,05$) de 45 e 30% dos carotenóides totais e β -caroteno na comparação entre a infusão I5 e

I10. Destaca-se que a infusão para obtenção de chás degrada os carotenóides: β -caroteno, luteína e zeaxantina, liberando compostos voláteis responsáveis pelo flavor da bebida (Magagna, 2017).

3.2.3. Compostos fenólicos totais

A concentração de compostos fenólicos totais na folha de mangaba *in natura* foi de aproximadamente $1236,83 \pm 64,44$ mg de GAE/100g (Tabela 2). Resultado superior ao observado por Almeida *et al.* (2011) ($98,8 \pm 5,6$ mg de GAE / 100 g) e Lima *et al.* (2015) ($352,98 \pm 37,09$ mg de GAE / 100g) para o fruto da mangaba. Os frutos de mangaba ainda possuem elevado teor de fenóis quando comparado às maçãs ($56,89 \pm 1,42$ mg GAE / 100 g), mangas ($126,97 \pm 1,20$ mg GAE / 100 g), laranjas ($126,53 \pm 1,04$ mg GAE / 100 g) e bananas ($56,26 \pm 1,35$ mg GAE/100g), observados por Chen *et al.* (2014).

Bastos *et al.* (2017) destacam que a grande variedade e concentração de compostos fenólicos compreendem o maior percentual na composição da planta de mangaba, o que explica os efeito anti-hipertensivo de folhas de mangaba.

As infusões I5 e I10 apresentaram, respectivamente, médias de 145,85 e 9,80 mg de GAE/100g - diferença significativa ($p < 0,05$) de 90% do conteúdo fenólico das infusões. Em estudo de extrato etanólico, Santos *et al.* (2018) obtiveram valor 100 vezes maior. Entretanto, em publicação sobre infusão de folhas de camomila, Cvetanović *et al.* (2019) concluíram que a temperatura de 115 °C apresentaram maior concentração de ácido gálico, $14,7 \pm 13$ mg de GAE/100g.

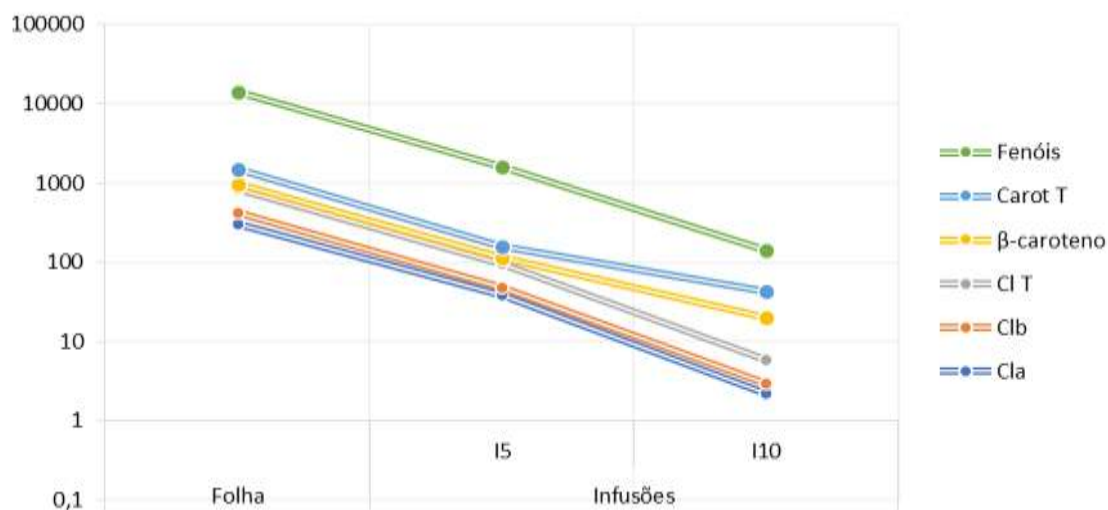
Herrera *et al.* (2018) utilizaram metodologia similar a 5 min de extração e observação concentração de 6,0 mg GAE/g de peso seco para infusão de camomila e aproximadamente 61,5 mg GAE/g de peso seco para as infusões de boldo e chá verde.

O conteúdo significativo de fenóis obtido na I5 tende a correlacionar-se positivamente com a concentração de flavonóides e com a atividade antioxidante *in vitro*, como observado por Herrera *et al.* (2018) em infusões à 100°C por 5 minutos em 19 ervas.

O Gráfico 1 apresenta resumidamente o comportamento dos compostos bioativos nutracêuticos da folha de mangaba *in natura* e das infusões. Diferentemente das clorofilas e dos carotenóides, a maior quantificação dos compostos fenólicos é devido ao seu armazenamento no vacúolo da célula vegetal (~97%) e na parede celular (Hrazdina & Wagner, 1985). Essas unidades estruturais possuem área superficial de maior contato que

facilita a biodisponibilidade a extrações e infusões quando comparado com as clorofilas e carotenóides, que são armazenados nos cloroplastos.

Gráfico 1. Análises dos compostos bioativos da folha de mangaba *in natura* e infusões em 5 e 10 minutos de infusão (I5 e I10, respectivamente) em Log₁₀.



Fonte: Autoria própria (2020).

A quantificação de compostos bioativos avaliados no trabalho fornece parâmetros-chave para avaliar a qualidade e o potencial biológico dos produtos à base de plantas. Diferentes estudos concluem que as plantas comestíveis apresentam elevada concentração e variedade de fitonutrientes, como observado no presente estudo, capazes de atuar como antioxidantes com manutenção e/ou reabilitação das funções biológicas e fisiológicas humanas (Lee *et al.*, 2019; Cvetanović *et al.*, 2019; Teofilović *et al.*, 2017).

Dessa forma, observa-se que o tempo é um fator fundamental na composição das bebidas terapêuticas preparadas a base de produtos naturais, como folhas de mangabeira. Assim, entender a dinâmica dos nutracêuticos é de grande importância na prescrição e orientação desses produtos para os consumidores.

4. Considerações Finais

A partir das análises realizadas, observou-se que não houve diferença estatística nos diferentes tempos de infusão para extração de sólidos solúveis totais. Na análise da coloração, verificou-se a predominância da cor verde na amostra da folha *in natura* e resíduos das

extrações. Já para as infusões, houve ascendência da coloração amarelada. O I.E. detectou que o tratamento térmico não foi associado com a ativação enzimática e escurecimento.

A folha *in natura* é fonte de compostos bioativos (clorofila total e suas frações, carotenóides totais, β -caroteno e fenóis totais) - com propriedades antioxidantes, descritas na literatura. No entanto, as concentrações foram significativamente afetadas após o processo de infusão. O que sugere influência do tempo na quantificação dos compostos, sendo o tempo de 5 minutos o que proporcionou menor perda dos compostos quando comparado à folha *in natura*.

Estudos recentes apontam os benefícios do uso da folha de mangaba em ensaios pré-clínicos. A espécie estudada ainda possui forte apelo regional, facilitando a sua disponibilidade. Diante disso, faz-se necessário a continuação de pesquisas sobre o preparo de chás da folha da mangaba para melhor aproveitamento das suas propriedades químicas, além de estudos futuros sobre a atividade antioxidante e voláteis relacionados à bebida.

Referências

ABIR. (2019). *Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas - ABIR*. Recuperado de <https://abir.org.br/>

Almeida, M. M. B., de Sousa, P. H. M., Arriaga, Â. M. C., do Prado, G. M., Magalhães, C. E. de C., Maia, G. A., & de Lemos, T. L. G. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44(7), 2155–2159. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.051>

Azeredo, H. M. C. de. (2004). Fundamentos de estabilidade de alimentos. *EMBRAPA*, p. 195. Recuperado de <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=771609&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22PREGNOLATTO,N.P.%22&qFacets=autoria:%22PREGNOLATTO,N.P.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

Bastos, D. H. M., Rogero, M. M., & Arêas, J. A. G. (2009). Effects of dietary bioactive compounds on obesity induced inflammation. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 53(5), 646–656. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302009000500017>

Bastos, K., Dias, C., Nascimento, Y., da Silva, M., Langassner, S., Wessjohann, L., &

Tavares, J. (2017). Identification of Phenolic Compounds from *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) Leaves by UHPLC Orbitrap-HRMS. *Molecules*, 22(1), 143. <https://doi.org/10.3390/molecules22010143>

Bomfim, M. P., Pace Lima, G. P., Vianelo, F., & São José, A. R. (2017, August). Caracterização dos compostos bioativos em frutas e hortaliças adquiridas no comércio de Padova - Itália. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81353563003>

Cardoso, L. D. M., Reis, B. D. L., Oliveira, D. D. S., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2014). Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: Nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. *Fruits*, 69(2), 89–99. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013105>

Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Editora da Unicamp. <https://doi.org/10.7476/9788526814721>

Chen, G. L., Chen, S. G., Zhao, Y. Y., Luo, C. X., Li, J., & Gao, Y. Q. (2014). Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion. *Industrial Crops and Products*, 57, 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.018>

Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Zeković, Z., Jerković, J., Zengin, G., Gašić, U., ... Đurović, S. (2019). The influence of the extraction temperature on polyphenolic profiles and bioactivity of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) subcritical water extracts. *Food Chemistry*, 271, 328–337. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.154>

Das, P. R., Kim, Y., Hong, S. J., & Eun, J. B. (2019). Profiling of volatile and non-phenolic metabolites—Amino acids, organic acids, and sugars of green tea extracts obtained by different extraction techniques. *Food Chemistry*, 296, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.194>

de Lima, J. P., Azevedo, L., de Souza, N. J., Nunes, E. E., & Vilas Boas, E. V. de B. (2015). First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile

identification. *Food Research International*, 75, 216–224.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.045>

Donlao, N., & Ogawa, Y. (2019). The influence of processing conditions on catechin, caffeine and chlorophyll contents of green tea (*Camelia sinensis*) leaves and infusions. *LWT*, 116, 108567. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108567>

Ferreira, E. G., Melo, M. A. R. de, Menino, I. B., Sousa, M. F. de, Régis, T. K. O., & Vasconcelos, G. C. (2018). *Caracterização Biométrica De Plantas E Físico-Química De Frutos De Mangabeiras Do Litoral Da Paraíba*. *Revista Campo do Saber* (Vol. 4). Recuperado de <http://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/143>

G. Hrazdina, & Wagner, G. J. (1985). Compartmentation of plant phenolic compounds ; site of synthesis and accumulation. *Annu. Proc. Phytochem. Soc. Europe*, 25, 120–133. Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/10004053055>

Geller, F. C., Teixeira, M. R., Pereira, A. B. D., Dourado, L. P. A., Souza, D. G., Braga, F. C., & Simões, C. M. O. (2015). Evaluation of the Wound Healing Properties of *Hancornia speciosa* Leaves. *Phytotherapy Research*, 29(12), 1887–1893. <https://doi.org/10.1002/ptr.5438>

Gennadios, A., Weller, C. L., Hanna, M. A., & Froning, G. W. (1996). Mechanical and barrier properties of egg albumen films. *Journal of Food Science*, 61(3), 585–589. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb13164.x>

Goupy, P., Amiot, M. J., Richard-Forget, F., Duprat, F., Aubert, S., & Nicolas, J. (1995). Enzymatic Browning of Model Solutions and Apple Phenolic Extracts by Apple Polyphenoloxidase. *Journal of Food Science*, 60(3), 497–501. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb09811.x>

Herrera, T., Aguilera, Y., Rebollo-Hernanz, M., Bravo, E., Benítez, V., Martínez-Sáez, N., ... Martín-Cabrejas, M. A. (2018). Teas and herbal infusions as sources of melatonin and other bioactive non-nutrient components. *LWT - Food Science and Technology*, 89, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.031>

Ho, C., Rafi, M. M., & Ghai, G. (2010). Substâncias bioativas: nutracêuticas e tóxicas. In S. Damodaran, K. L. Parkin, & O. R. Fennema (Eds.), *Química de alimentos de Fennema* (4th ed., p. 900). Porto Alegre: Artmed.

Hodge, J. E. (1953). Dehydrated foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1(15), 928–943. <https://doi.org/10.1021/jf60015a004>

Izzo, A. A., Hoon-Kim, S., Radhakrishnan, R., & Williamson, E. M. (2016, May 1). A Critical Approach to Evaluating Clinical Efficacy, Adverse Events and Drug Interactions of Herbal Remedies. *Phytotherapy Research*. John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ptr.5591>

Kwak, E. J., & Lim, S. I. (2004). The effect of sugar, amino acid, metal ion, and NaCl on model Maillard reaction under pH control. *Amino Acids*, 27(1), 85–90. <https://doi.org/10.1007/s00726-004-0067-7>

Lee, K. H., Lee, J. S., Kim, E. S., & Lee, H. G. (2019). Preparation, characterization, and food application of rosemary extract-loaded antimicrobial nanoparticle dispersions. *LWT*, 101, 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.072>

Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148(C), 350–382. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)

Liu, R. H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. In *Journal of Nutrition* (Vol. 134, pp. 3479–3485). Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3479s>

Magagna, F., Cordero, C., Cagliero, C., Liberto, E., Rubiolo, P., Sgorbini, B., & Bicchi, C. (2017). Black tea volatiles fingerprinting by comprehensive two-dimensional gas chromatography – Mass spectrometry combined with high concentration capacity sample preparation techniques: Toward a fully automated sensomic assessment. *Food Chemistry*,

225, 276–287. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.003>

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004, May 1). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. American Society for Nutrition. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>

Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64(1), 42–45. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb09857.x>

Pereira, A. C., Pereira, A. B. D., Moreira, C. C. L., Botion, L. M., Lemos, V. S., Braga, F. C., & Cortes, S. F. (2015). *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae) as a potential anti-diabetic drug. *Journal of Ethnopharmacology*, 161, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.050>

Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Podadera, P., & Sabato, S. F. (2007). Radiation effect on sucrose content of inverted sugar. In *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2007* (p. 4). Santos: Associação Brasileira De Energia Nuclear - ABEN.

Ragazzi, E., & Veronese, G. (1973). Quantitative analysis of phenolic compounds after thin-layer chromatographic separation. *Journal of Chromatography A*, 77(2), 369–375. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)92204-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)92204-0)

Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>

Santos, U. P. dos, Tolentino, G. S., Morais, J. S., Souza, K. D. P., Estevinho, L. M., & Santos, E. L. dos. (2018). Physicochemical characterization, microbiological quality and safety, and

pharmacological potential of *Hancornia speciosa* gomes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2976985>

SAPPI. (2013). *Defining and Communicating Color: The CIELAB System*. Recuperado de <https://cdn-s3.sappi.com/s3fs-public/sappietc/Defining and Communicating Color.pdf>

Silva-Junior, J. F. Da, Mota, D. M., Ledo, A. Da S., Schmitz, H., Muniz, A. V. C. Da S., & Rodrigues, R. F. de A. (2017). Mangaba: *Hancornia speciosa* Gomes. - Portal Embrapa. *EMBRAPA*, 28. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1096247/mangaba-hancornia-speciosa-gomes>

Silva, G. C., Braga, F. C., Lemos, V. S., & Cortes, S. F. (2016). Potent antihypertensive effect of *Hancornia speciosa* leaves extract. *Phytomedicine*, 23(2), 214–219. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.12.010>

Smith, W., Mitchell, P., & Rochester, C. (1997). Serum beta carotene, alpha tocopherol, and age-related maculopathy: The blue mountains eye study. *American Journal of Ophthalmology*, 124(6), 838–840. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(14\)71702-7](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)71702-7)

Soto, C., Caballero, E., Pérez, E., & Zúñiga, M. E. (2014). Effect of extraction conditions on total phenolic content and antioxidant capacity of pretreated wild *Peumus boldus* leaves from Chile. *Food and Bioproducts Processing*, 92(3), 328–333. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.06.002>

Teofilović, B., Grujić-Letić, N., Goločorbin-Kon, S., Stojanović, S., Vastag, G., & Gadžurić, S. (2017). Experimental and chemometric study of antioxidant capacity of basil (*Ocimum basilicum*) extracts. *Industrial Crops and Products*, 100, 176–182. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.02.039>

Porcentagem de contribuição por autor no manuscrito

Alaíza Barros Lima Morais 20%

Daniela Nascimento Ferreira 20%

Giannina Soares Taveira 20%

Heriberto Alves dos Anjos 20%

Alessandra Almeida Castro Pagani 20%