

ARTIGO 1:

Caracterização físico-química e identificação de compostos por headspace em CG/MS de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.) de Itapuranga - Goiás

Zamira de Jesus Maria¹, Alice Duarte Mendonça Teles¹, Taís Aragão Ishizawa¹, Camilla Alves Pereira Rodrigues², Flávio Alves da Silva¹, Julião Pereira¹, Abadia dos Reis Nascimento³, Alethéia Ferreira da Cruz, Raquel Cintra de Faria; Tatianne Ferreira de Oliveira¹

¹ Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás- UFG Campus Samambaia, Rodovia Goiânia-Nova Veneza, Km 0- Caixa Postal 131, CEP 74690-900, Goiânia, Brasil.

² Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás- UFG, Rua 227 Qd.68 s/n- Setor Leste Universitário, Campus I CEP: 74.605-080 - Goiânia – Go

³ Universidade Federal de Goiás- UFG Campus Caldas Novas, Caldas Novas, Brasil.

*Corresponding author: tatianne_ferreira_oliveira@ufg.br

Resumo:

Este trabalho objetivou a caracterização de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.) do município de Itapuranga/GO, para a identificação de compostos por meio da técnica de headspace em CG/MS. As folhas foram coletadas e levadas para o Laboratório de Controle e Qualidade de Alimentos da Universidade Federal de Goiás em Goiânia para preparo das amostras. A composição centesimal apresentou quantidades apreciáveis de proteínas (39,5±0,91) carboidratos (44,74±1,04), cinzas (13,81±1,05), e baixo teor de lipídeos (2,47±0,12). Os resultados obtidos a partir da análise centesimal da folha estabelecem que a folha é rica em carboidratos e proteínas. Os resultados obtidos da atividade antimicrobiana das folhas apontaram que o extrato das folhas de erva baleeira, mostrou atividade antimicrobiana para estirpes de *S. aureus* e *B. cereus*. Entretanto, não foi observado a ação antimicrobiana do extrato das folhas de erva baleeira para as estirpes de *E. coli* e *Salmonella* SP. As análises CG/MS mostraram que os compostos predominantes são os terpenos. O composto de maior porcentagem (59,12%) encontrado

na amostra foi (1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene mais conhecido como α -Pineno, que possui potencial anti-inflamatório e antimicrobiano. Conclui-se que a erva baleeira possui alto valor nutricional e funcional, entretanto estudos complementares quanto sua toxicidade e aplicação deverão ser realizados para que seja utilizada na alimentação humana. Este estudo é importante para comparação da composição da planta desenvolvida em outras regiões; além da possibilidade de contribuir como parte de documentação para identificação geográfica do município com a produção da erva baleeira.

Palavras chave: erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC.), PANC, fenólicos, antioxidantes, atividade antibacteriana.

Abstract:

This work aimed to characterize the leaves of baleeira herb (*Cordia verbenacea* DC.) from the municipality of Itapuranga/GO, for the identification of compounds through the headspace technique in GC/MS. The leaves were collected and taken to the Food Quality and Control Laboratory at the Federal University of Goiás in Goiânia for sample preparation. The centesimal composition showed appreciable amounts of protein (39.5 ± 0.91), carbohydrates (44.74 ± 1.04), ash (13.81 ± 1.05), and low lipid content (2.47 ± 0.12). The results obtained from the centesimal analysis of the leaf establish that the leaf is rich in carbohydrates and proteins. The results obtained from the antimicrobial activity of the leaves showed that the extract of the leaves of whaling herb, showed antimicrobial activity for strains of *S. aureus* and *B. cereus*. However, the antimicrobial action of the extract of baleeira leaves was not observed for strains of *E. coli* and *Salmonella* SP. GC/MS analyzes showed that the predominant compounds are terpenes. The compound with the highest percentage (59.12%) found in the sample was (1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene better known as α -Pinene, which has anti-inflammatory potential and antimicrobial. It is concluded that the whaling herb has a high nutritional and functional value, however further studies regarding its toxicity and application must be carried out so that it can be used in human food. This study is important for comparing the composition of the plant developed in other regions, in

addition to the possibility of contributing as part of the documentation for the geographic identification of the municipality.

Keywords: , PANC, phenolics, antioxidants, antibacterial activity.

1. INTRODUÇÃO

A erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC., com sinónimas *Cordia salicina* DC e *Cordia curassavica* Jacq.) é uma planta nativa brasileira da família *Boraginaceae*, conhecida por uso na medicina fitoterápica e tradicional. No Brasil, a erva possui popularmente diversos nomes como baleeira, camarinha, catinga-de-barão, cordia, erva-baleeira, balieira cambará, erva-preta, maria-milagrosa, maria-preta, salicina, catinga-preta, maria-rezadeira, camaramoneira-do-brejo, entre outros (Gilbert & Favoreto, 2012).

As folhas, hastes e raízes da erva baleeira são relatados por seu potencial medicinal possuindo propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e anti ulcerogênicas (Brasil & Bot, 2008). O Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2021) traz formulações extemporâneas com o uso da erva com o intuito de auxiliar no alívio de sintomas decorrentes de processos inflamatórios localizados. Já o chá de erva baleeira é indicado para doenças osteoarticulares como artrites, gota e reumatismos (Gilbert & Favoreto, 2012).

É importante salientar que o teor e a diversidade destes elementos são dependentes da origem geográfica, composição do solo, condições regionais e mudanças climáticas da área em que foram cultivadas. Avaliar as características das plantas regionais é de extrema importância para favorecer a obtenção de um produto com identidade local e regional assegurando a qualidade e a produtividade, a fim de atender as exigências para comercialização no mercado interno e externo, e também proteger o consumidor contra produtos contaminados ou adulterados.

O óleo essencial (OE) de erva baleeira também é um produto popular. Os óleos essenciais consistem em uma mistura complexa de vários produtos químicos, principalmente terpenos, com ampla variação de compostos voláteis na composição. De modo geral, o composto mais abundante determina as propriedades dos óleos essenciais (Bakkali et al. 2008). Pesquisas são desenvolvidas para determinar as decorrências dos

usos do OE de erva baleeira. Como a de Castro Nizio et al., (2018) que avalia a atividade antiparasitária do OE em evitar a doença síndrome da mancha branca em peixes de água doce. E no uso como biopesticida no controle de duas espécies de pragas cosmopolitas e polifásicas (Andrade et al, 2021).

O potencial antioxidante de extratos de erva baleeira foi estudado por Michielin et al. (2011), indicando que os compostos possuem afinidade com solventes polares e que esta planta pode fornecer proteção contra peroxidação lipídica e aos possíveis danos causados pelos radicais livres. Indicando que existe potencial para este uso na indústria alimentícia. As propriedades terapêuticas descritas sobre a erva baleeira são resultantes de seu alto teor de compostos bioativos. Na literatura são reportados como componentes químicos principais identificados os monoterpenos, sesquiterpenos, triterpenos, flavonoides e ácidos graxos (Gilbert & Favoreto, 2012).

Segundo Bonacelli et Cubides (2022) Arranjos Produtivos Locais (APLs) ressaltam a proximidade geográfica para o aproveitamento das particularidades locais ligadas a conhecimentos tradicionais, científicos e tecnológicos. Eles têm sido utilizados como um dos instrumentos de política no segmento dos fitoterápicos no Brasil que atende tanto a diversidade biológica e cultural quanto o desenvolvimento sustentável

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é estudar as características de folhas de *Cordia verbenacea* DC da região geográfica de Itapuranga (mesorregião do Centro Goiano, (15°33'43"S 49°56'56"O), tendo sua composição centesimal, propriedades bioativas, além de determinar por CG-MS os principais compostos da erva baleeira nesta região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta e preparo das amostras

As folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC) foram coletadas em outubro de 2022, junto a agricultores de Itapuranga. As folhas de plantas de 15 meses foram colhidas ao amanhecer, armazenadas em sacos de náilon e transportadas até o Laboratório de Controle e Qualidade de Alimentos – LabFood, na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia – GO, sob temperatura controlada de 12°C.

As folhas foram selecionadas quanto à aparência visual (coloração verde típica e integridade), lavadas em água potável corrente, sanitizadas em solução de hipoclorito de

sódio $0,1 \text{ mL.L}^{-1}$ por 15 min e centrifugadas (CE410 Incalfer, São Paulo, Brasil) para a retirada do excesso de umidade superficial. As folhas tiveram os talos retirados e foram cortadas em quadrados de 2 cm, para o processo de desidratação.

2.2. Secagem e composição centesimal do pó de folhas de *Cordia verbenacea* DC

A secagem das folhas foi realizada no setor de Engenharia de Alimentos (UFG) em estufa de secagem com circulação de ar a $40 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}/24 \text{ h}$ até atingir em torno de 10% de umidade. Posteriormente, as folhas secas foram trituradas em moinho de facas para obtenção do pó (Figura 1). As amostras foram embaladas à vácuo e armazenadas à temperatura ambiente e abrigo de luz.



Figura 1. Pó das folhas de erva baleeira, *Cordia verbenacea* DC.

A composição centesimal foi realizada de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2012). O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico à 105°C até o peso constante. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Micro-kjeldahl e convertido em proteína bruta pelo fator 6,25. O teor de lipídeos foi determinado usando o método Soxhlet, usando o éter de petróleo como solvente. As cinzas foram medidas usando uma mufla a 550°C até atingir peso constante. As análises foram realizadas em quadruplicatas e em três repetições.

A estimativa do conteúdo de carboidratos foi determinada pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. A fibra alimentar solúvel e insolúvel foi determinada segundo método enzimico-gravimétrico preconizado pela AOAC (2012), em triplicata, e a fibra alimentar total foi calculada somando-se a fibra alimentar solúvel e insolúvel. Os resultados foram expressos

em base seca. O valor energético total foi calculado por meio dos coeficientes de Atwater e Woods (1896), onde carboidratos digeríveis possuem $4,0\text{kcal g}^{-1}$, os lipídios $9,0\text{kcal g}^{-1}$ e a proteína $4,0\text{kcal g}^{-1}$.

A energia total foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{kcal} = 4x (\text{carboidratos} + \text{proteínas}) + 9x \text{ lipídeos}$$

onde as proteínas e carboidratos para suportar as suas massas, respectivamente, expressa em unidades de 1g

2.3 Análise de cor

A cor foi avaliada nas folhas após secagem, para determinação dos parâmetros CieLab (L^* , a^* e b^*) utilizando colorímetro Color Quest II (Hunter-Lab, Reston, Virginia, EUA) segundo método descrito por Paucar-Menacho et al. (2008), onde L^* define a luminosidade ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco), a^* e b^* definem cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde, $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul). Os parâmetros de cor a^* e b^* foram usados para calcular o índice de saturação ou croma (C^*) e a tonalidade angular (h^*). Foram realizadas triplicatas e 90 repetições de análise de cor por amostra. O colorímetro foi padronizado usando placa de calibração branca.

2.4. Caracterização dos compostos bioativos

2.4.1. Preparação da amostra

Os extratos foram preparados a partir do pó de *Cordia verbenacea* DC que foi colocado em água milliQ (1:25, p/v), aquecida a $40\text{ }^\circ\text{C}$ em agitador magnético (SL-91/A) por 1 h, de acordo com metodologia proposta por Tabart *et al.* (2007) adaptada por Michiels, *et al.* (2012) com alterações. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel filtro (Papel Filtro Qualitativo 80g 330mm) e realizada uma segunda extração com o resíduo, sob as mesmas condições. O extrato foi filtrado e armazenado em frascos âmbar a $-18\text{ }^\circ\text{C}$ até o uso. Os extratos foram caracterizados quanto ao conteúdo total de fenólicos (CFT) e sua atividade antioxidante (AA). As análises foram realizadas em triplicada.

2.4.2. Compostos Fenólicos Totais (CFT)

Os compostos fenólicos totais foram determinados de acordo com o método proposto por Chan, Lim e Omar (2007), com modificações. Em tubos de ensaio cobertos com papel alumínio, adicionou-se 300 µL da solução intermediária dos extratos (triplicata), 1,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (10 % v/v) e 1,2 mL de solução de bicarbonato de sódio (7,5% p/v). As amostras permaneceram em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz e à temperatura ambiente. Em seguida, foi feita a leitura em espectrofotômetro (BEL SP 2000 UV Photonics), no comprimento de onda de 765 nm. Uma curva padrão de ácido gálico (Apêndice A) foi construída ($y = 0,0041x - 0,0077$, $R^2 = 0,9929$) e o conteúdo de fenólicos totais foi expresso como mg de equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de material.

2.4.3. Determinação da capacidade antioxidante - Capacidade sequestrante de radicais DPPH

Foi determinada pelo método do DPPH (capacidade sequestrante do radical 2,2 difenil-1-picrilhidrazil), segundo Chan, Lim e Omar (2007), com modificações. Adicionou-se 1 mL dos extratos das folhas a 2 mL de solução DPPH (0,059 mg.mL⁻¹ em metanol), deixando-se reagir por 30 minutos. Foi feito um branco do experimento (1 mL de metanol + 2 mL de DPPH) e um branco da amostra (1 mL da amostra + 2 mL de metanol). Após, foi efetuada a leitura da absorbância em espectrofotômetro (BEL SP 2000 UV Photonics), no comprimento de onda 517 nm, utilizando-se metanol para zerar o equipamento.

A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso no escuro por 60 min. A absorbância foi medida no comprimento de onda de 517 nm contra o controle (contendo solvente ao invés de extrato). Os resultados foram expressos de acordo com a porcentagem de inibição da atividade antioxidante usando a seguinte equação:

$$\text{Inibição DPPH} = \frac{\Delta A_{\text{Controle } 517} - \Delta A_{\text{Amostra } 517}}{\Delta A_{\text{Controle } 517}} \times 100$$

2.5 Avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos

2.5.1 Preparo de extratos

Os extratos foram elaborados na concentração de 300 mg/mL (3:10/p:v) da amostra em pó em etanol etílico puro (99,5%). As amostras e o solvente foram colocados em frascos erlenmeyers e submetidos à agitação em banho-maria, à temperatura ambiente (± 30 °C), por três horas. Posteriormente, os extratos foram filtrados em papel filtro e o volume ajustado em um balão volumétrico. Os extratos foram concentrados em rotoevaporador na temperatura de 50 °C por até redução do volume em 90%. Os extratos concentrados foram porcionados em tubos eppendorf e colocados em dessecador com vácuo por dois dias, para a retirada total do solvente, e armazenados sob refrigeração até a realização da análise da atividade antimicrobiana.

2.5.2 Análise da atividade antimicrobiana

Os testes de atividade antibacteriana foram realizados em Mueller Hinton (MHA) utilizando o método de difusão em ágar por poço de Valgas et al. (2007), com modificações. As placas de Petri foram divididas em três partes, cada uma composta por dois poços dispostos em posições equidistantes na superfície do ágar, totalizando em seis poços por amostra. A atividade antibacteriana dos extratos foi avaliada contra cepas com estrutura celular gram-negativa *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Salmonella* spp. (ATCC 14028) e gram-positiva *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Bacillus cereus* cedidas pelo laboratório.

As culturas bacterianas de *Salmonella* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Bacillus cereus* (ATCC 11778) *Escherichia coli* (ATCC 25922) foram preparadas no Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos (LCHSA) /FANUT/UFG. As cepas foram descongeladas do freezer a -80 °C e lavadas com água destilada para remover todo o glicerol. As culturas foram lavadas três vezes com água deionizada e centrifugadas a 12.000 \times g para coletar células bacterianas. As cepas foram suspensas em caldo BHI e mantidas a concentração de 10⁸ UFC/mL e incubadas por 20 horas a 37°C. Foi realizado um segundo repique em caldo BHI, incubadas por mais 20 horas a 37°C. Após esses repiques as culturas das cepas foram então padronizadas para

uma concentração final de 10⁸ UFC/mL usando um espectrofotômetro UV/Vis para leitura da turbidez no comprimento de onda de 655 nm e OD de 0,1 a 0,2. 100 µL de cada suspensão bacteriana foram inoculados e espalhados em meio Muller Hinton (MH) usando alça de drigalski. Foi realizada a diluição seriada de 10⁻¹ a 10⁻⁸ em água salina de cada cepa para confirmação do número inicial de células. Após a absorção dos inóculos, os poços foram gerados consistindo em orifícios de 6 mm de diâmetros cortados no gel de ágar.

Os extratos brutos foram ressuspensos em acetato de etila e 40 µL de cada extrato e do solvente (controle negativo) foram adicionados a cada um dos 6 poços de cada cepa bacteriana. Como controle positivo foram utilizados discos de antibióticos ciprofloxacino e vancomicina para *B. cereus*, amoxicilina e vancomicina para *S. aureus* e ciprofloxacino para *E.coli* e azitromicina e aztreonam para *Salmonella*. As placas foram mantidas em estufa bacteriológica a 37 °C para *E. coli*, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus* e 30 °C para *Bacillus cereus* por um período de 18-24 horas. A zona de inibição formada ao redor dos poços (Figura 2) foi mensurada com o auxílio de um paquímetro e os resultados apresentados em milímetros (mm).

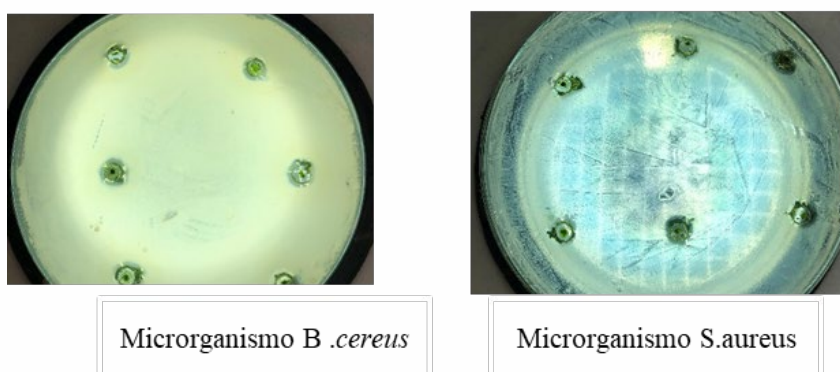


Figura 2. Atividade antimicrobiana do extrato da erva baleeira, *Cordia verbenacea* DC, sobre os microrganismos *B. cereus* e *S. aureus*.

2.6. Análise CG-MS dos constituintes da folha de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC

A folha *in natura* e o pó da folha seca de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC. (0,5 g cada) foram analisados em cromatógrafo a gás da Shimadzu Nexis GC2030 acoplado ao espectrômetro de massas, equipado com coluna SH-Stabilwax-ms (30 m x 250 µm, 0.25 µm). As amostras foram previamente aquecidas via headspace a 80°C por

30 min e um volume de 1,0 mL foi injetado no cromatógrafo. Empregou-se modo split com razão de 10:1 com tempo de equilíbrio de 3 minutos. A programação da temperatura do forno foi inicialmente a 40 °C mantida por 1 minuto, a rampa de aquecimento foi de 5 °C/min até 160 °C logo aumentou-se para 10 °C/min até 250°C e foi mantida por 6 minutos. O tempo de análise foi de 60 minutos. Empregou-se o hélio 5.0 como gás de arraste, com pressão 4.7 psi, 0.94 mL/min de vazão e velocidade linear de 35.0 cm/s. A temperatura do injetor, da interface e da fonte de íons foi mantida a 250°C. O espectrômetro de massas operou em modo scan registrando íons na faixa de 20 a 400 m/z com tempo scan de 150 ms.

2.7. Análise Estatística

Os dados experimentais foram verificados estatisticamente por ANOVA em delineamento de blocos casualizados utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Os cálculos foram realizados utilizando Statistica 10 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Centesimal da Folha de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC.

A Tabela 1 apresenta os resultados da composição centesimal da folha de *Cordia verbenacea* DC.

Tabela 1. Composição centesimal (g 100g⁻¹) e valor energético total (kcal 100 g⁻¹) da folha de erva baleeira cultivada em Itapuranga-GO.

Componente*	Base seca (b. s.)
Umidade	9,82 ±0,09
Lipídeos	2,47 ±0,12
Cinzas	13,51 ±0,03
Proteínas	39,5 ±0,91
Carboidratos	44,74 ±1,04
Valor energético total	359,19

* Valores constituem média ± desvio padrão de três repetições.

Os resultados obtidos a partir da análise centesimal da folha estabelecem que a folha é rica em carboidratos e proteínas. A folha de erva baleeira apresentou um conteúdo de umidade (9,82% b. s.), o que significa uma redução de 93% do conteúdo de umidade da folha fresca.

O teor de cinzas, encontrado na folha de erva baleeira, 13,51g (100g)⁻¹ foi superior ao encontrado na folha de dill 11,42g (100g)⁻¹ (Slupski *et al.*, 2005), na folha de *Kalopanax pictus* 8,63g (100g)⁻¹ (Hu *et al.*, 2012), folha de *Rubus amabilis* 1,06g (100g)⁻¹ (Rezeng Caidan *et al.*, 2014). Entretanto, foi inferior, quando comparado com a folha de erva doce 14,51g (100g)⁻¹ (Barros *et al.*, 2010), a folha de *Jatropha curcas* 14,10g

(100g)⁻¹ (ATAMGBA *et al.*, 2015), e aos talos de repolho 16,43g(100g)⁻¹, de couve 19,53g (100g)⁻¹, e as folhas e talos de beterraba 19,60g (100g)⁻¹, de rabanete 22,30g (100g)⁻¹ e de cenoura 14,47g (100g)⁻¹ (Melo e Faria, 2014).

O teor de proteínas, encontrado foi 39,5g (100g)⁻¹, foi inferior ao relatado por outros autores para folha de *Rubus amabilis*, ou seja, 9,27g (100g)⁻¹ (Rezeng Caidan *et al.*, 2014), para folha de *Jatropha curcas* 26,0g (100g)⁻¹ (ATAMGBA *et al.*, 2015), para a folha de erva doce 4,90g (100g)⁻¹ (Barros *et al.*, 2010).

O teor de carboidratos de 44,74g (100g)⁻¹, foi superior ao encontrado em outras folhas, *Rubus amabilis*, que foi relatado 21,0g (100g)⁻¹ (Rezeng Caidan *et al.*, 2014), para folha de *Jatropha curcas* 36,33g (100g)⁻¹ (ATAMGBA *et al.*, 2015). Entretanto, foi inferior, quando comparado a outras folhas como a folha de erva doce 78,00g (100g)⁻¹ (Barros *et al.*, 2010), na folha de *Kalopanax pictus* 60,37g (100g)⁻¹ (Hu *et al.*, 2012).

E vale ressaltar que os carboidratos são fontes de energia e ajudam a digestão e a assimilação de outros nutrientes (Ehiabhi *et al.*, 2012). O teor de lipídeos, encontrado de 2,47g (100g)⁻¹, foi superior ao encontrado em outras folhas, *Rubus amabilis*, que foi relatado 1,58g (100g)⁻¹ (Rezeng Caidan *et al.*, 2014). Entretanto, foi inferior, quando comparado a outras folhas, *Jatropha curcas* 12,30g (100g)⁻¹ (Atamgba *et al.*, 2015), a folha de erva doce 2,58g (100g)⁻¹ (Barros *et al.*, 2010).

3.2 Cor

A variação da cor durante a secagem deve-se à degradação de pigmentos e a formação de novos compostos coloridos através de reações não enzimáticas, como a reação de Maillard. A variação da cor de um vegetal e folhas durante o processo de secagem pode indicar a degradação de nutrientes como carotenoides, flavonoides, fenólicos, clorofilas, entre outros (ARAL; BESE, 2016). Neste contexto, a Tabela 2 mostra os parâmetros de cor avaliados na folha seca de erva baleeira.

Tabela 2. Avaliação de cor (L*, a*, b*, c* e h°) de folhas secas de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC, cultivada em Itapuranga-GO.

Cor	Erva baleeira
L*	47,09 ±0,05
a*	1,82 ±0,03
b*	10,08 ±0,01
C*	10,25 ±0,04
h°	112,58° ±0,02 °

Dados expresso média ± DP. Diferentes letras na mesma linha indicam diferenças (p<0,05) medidas pelo teste de Tukey HSD. Luminosidade a e b* representam as coordenadas de cromaticidade (c*). Os parâmetros de cor foram convertidos em ângulo de cor, $H = \tan^{-1}b/a$, indicando o ângulo Hue (H) da amostrar (0° ou 360°=vermelho; 90°=amarelo; 180°=verde; 270°=azul).

Os valores da luminosidade normalmente aumentam significativamente pelas folhas secas quando comparadas à folha fresca, o que corresponde a um processo normal. A saída de água dos produtos provocou aumento da luminosidade dos mesmos devido à diferença da reflexão da luz entre a água e outros componentes da folha de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC.

De acordo com Rahimmalek e Goli (2013), estudando folhas de *Thymys daenensis* subsp. *daenensis* também encontrou a coordenada L* maior para a secagem em forno 50°C, a sombra, em micro-ondas e solar quando comparada a fresca.

Todas as folhas apresentam coloração verde, sendo a cor verde natural das plantas resultado da presença de clorofilas a e b, que estão diretamente ligadas ao magnésio. Durante o processo de secagem, as moléculas de magnésio são convertidas para feofitina e pirofeofitina. (Krokida et al., 2001; Buchaillet et al., 2009) provocando diminuição da tonalidade verde das amostras. Os valores de b* normalmente são menores que os da folha fresca. Esta diferença indica que as folhas se tornaram menos amarelas. Folhas verdes possuem caroteno, um dos componentes lipossolúveis responsáveis pela cor

amarelo e laranja, a degradação destes componentes são, provavelmente, a principal causa desta variação do parâmetro.

Redução da coloração verde e da amarela foram observadas durante secagem convectiva da folha de *mellissa officinalis* L. á 60°C (Argyropoulos; Muller, 2014) em que apresentou valores de -15,01 e -0,15, de a*inicial e a*final, respectivamente, e 23,19 e 10,15, de b* inicial e b* final, respectivamente.

Os resultados de croma (C*) indicam maior intensidade de cor. O processo de secagem provoca diminuição da intensidade da cor em folhas e o ângulo hue (h°) variam de 0 ou 360 e indicam a tonalidade da amostra, onde 0 ou 360 possui tom vermelho; 90 amarelo; 180 o verde e 270 o azul. As folhas mudam de tonalidade verde para verde amarelada, isso se deve a uma redução maior na coloração verde do que na coloração amarela.

3.3 Compostos Fenólicos Totais (CFT) e capacidade antioxidante – DPPH

Os resultados da quantificação dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de folhas de erva baleeira, *Cordia verbenacea* DC, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Conteúdo de fenólicos totais e capacidade antioxidante das folhas de *Cordia verbenacea* DC.

Fenólicos totais (mg EAG 100g ⁻¹)	DPPH (mg TE 100g ⁻¹)
84.15 ± 0,05	1440.84 ± 0,12

*Dados expressos em média ± DP. Diferentes letras na mesma coluna indicam diferenças significativas (p<0.05) medidas pelo teste de Tukey HSD.

A concentração de compostos fenólicos de erva baleeira *Cordia verbenacea* DC, foi de 84,15 mg EAG 100g⁻¹, considerado bom quando comparado com outros autores que estudaram plantas alimentícias não-convencionais (PANCs). Silva et al. (2018) em estudo com Ora-pro-nobis em extrato metanólico obtiveram 120 mg EAG 100g⁻¹ e folhas de *Cúrcuma longa* L. também em extrato metanólico, Braga; Vieira; Oliveira (2018) obtiveram 82.3 mg 100g⁻¹. Em relação à capacidade antioxidante, para o método DPPH observou-se um valor de 1.440,84 mg TE 100g⁻¹ de capacidade antioxidante.

3.4 Determinação da atividade antimicrobiana

Os resultados da atividade antimicrobiana das folhas de erva baleeira *Cordia verbenacea DC* estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Atividade antimicrobiana das folhas de erva baleeira, *Cordia verbenacea DC*.

Estripes	Halo de inibição (mm)			
	Prata	EEB	Antibióticos	
E. coli	15,851	-	14.122	33.863
<i>S. aureus</i>	19,939	10,962	14,302	29,414
Salmonella sp	16,894	-	16,823	33,463
<i>B. cereus</i> CCCDB001	17,763	10,917	17,563	20,962

Dados expressos em média \pm desvio padrão de três repetições, Legenda:EEB- extratos de erva baleeira.

Os resultados obtidos da atividade antimicrobiana das folhas, evidenciaram que o extrato das folhas de erva baleeira, mostrou atividade antimicrobiana para estirpes de *S. aureus* e *B. cereus*. Entretanto, não foi observado a ação antimicrobiana do extrato das folhas de erva baleeira para as estirpes de *E. coli* e *Salmonella SP*.

3.5 Identificação dos compostos por CG/MS

Os resultados da caracterização e identificação dos compostos presentes da folha de erva baleeira pela técnica CG/MS estão demonstrados na Figura 1 e Tabela 5.

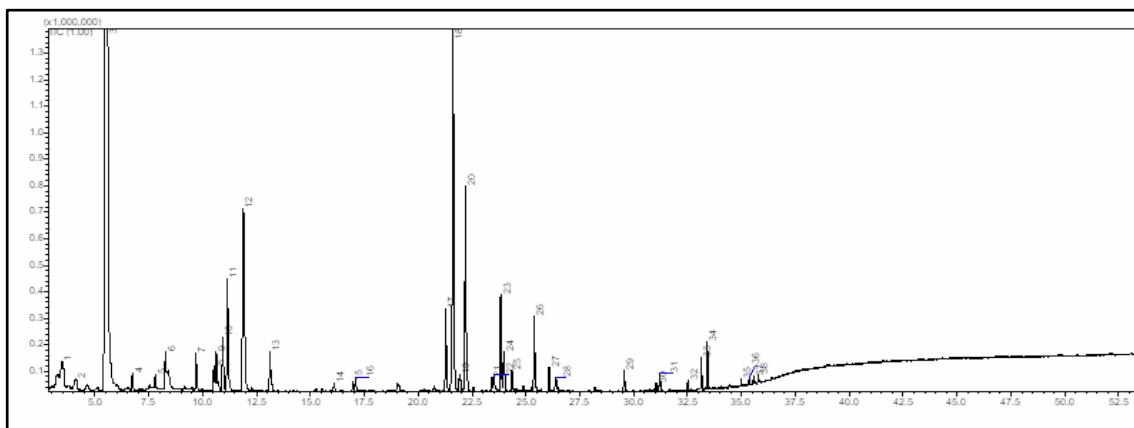


Figura 3. Perfil cromatográfico de constituintes ativos de folhas de erva baleeira cultivada em Itapuranga-GO.

A erva baleeira é conhecida popularmente como uma das plantas medicinais pela composição química do óleo essencial. No cromatograma de análise mostra que os compostos predominam por terpenos. O composto de maior porcentagem (59,12%) encontrado na amostra foi (1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene mais conhecido como α -Pineno.

Tabela 5. Identificação de compostos da erva baleeira (*Cordia verbenacea DC.*) cultivada em Itapuranga – GO.

Nº.	RT	%	COMPOSTOS
1	3.474	0.90	Butanal, 3-methyl-
2	4.128	0.46	Furan, 2-ethyl-
3	5.543	59.12	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene
4	6.735	0.31	Camphene
5	7.800	0.22	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-
6	8.269	0.48	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-
7	9.689	0.71	.beta.-Myrcene

8	10.516	0.51	1-Penten-3-ol
9	10.631	0.62	D-Limonene
10	10.931	1.08	.beta.-Phellandrene
11	11.146	2.69	Eucalyptol
12	11.885	6.67	1-Butanol, 3-methyl-
13	13.120	1.01	3-Buten-1-ol, 3-methyl-
14	16.101	0.14	Cyclobutane, butyl-
15	16.967	0.17	3-Hexen-1-ol, (Z)-
16	17.085	0.25	Nonanal
17	21.275	1.66	(1S,5S)-2-Methyl-5-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)bicyclo[3.1.0]hex-2-ene
18	21.614	9.42	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7-dimethyl-7-(4-methyl-3-pentenyl)-, (-)-
19	21.917	0.44	Bornyl acetate
20	22.189	4.59	Caryophyllene
21	23.419	0.24	(1S,5S)-4-Methylene-1-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexane
22	23.521	0.26	Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-methyl-3-methylene-2-(4-methyl-3-pentenyl)-, (1S-exo)-
23	23.828	2.01	(1S,5S)-4-Methylene-1-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexane
24	23.967	1.01	Humulene
25	24.348	0.44	(1S,5S,6R)-6-Methyl-2-methylene-6-(4-methylpent-3-en-1-yl)bicyclo[3.1.1]heptane

26	25.384	1.41	.beta.-Bisabolene
27	26.070	0.44	(E)-1-Methyl-4-(6-methylhept-5-en-2-ylidene)cyclohex-1-ene
28	26.377	0.24	Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [S-(R*,S*)]-
29	29.555	0.41	Phenylethyl Alcohol
30	31.043	0.12	(1S,2R,5R)-2-Methyl-5-((R)-6-methylhept-5-en-2-yl)bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol
31	31.216	0.32	Phenol
32	32.512	0.13	7-epi-cis-sesquisabinene hydrate
33	33.136	0.46	Bergamotol, Z-.alpha.-trans-
34	33.412	0.68	(E)-5-((1R,3R,6S)-2,3-Dimethyltricyclo[2.2.1.0 ^{2,6}]heptan-3-yl)-2-methylpent-2-enal
35	34.991	0.08	Bergamotol, Z-.alpha.-trans-
36	35.360	0.10	.alpha.-Santalol
37	35.559	0.11	Bergamotol, Z-.alpha.-trans-
38	35.777	0.09	.alpha.-Santalol

4. CONCLUSÕES

Através deste estudo foi possível concluir que as folhas de erva baleeira são ricas em carboidratos e proteínas e possui atividade antimicrobiana para estirpes de *S. aureus* e *B. cereus*. O composto de maior porcentagem (59,12%) encontrado na amostra foi (1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene mais conhecido como α -Pineno, que possui pelo potencial anti-inflamatório e antimicrobiano. Conclui-se que a erva baleeira possui alto

valor nutricional e funcional, entretanto estudos complementares quanto sua toxicidade e aplicação deverão ser realizados para que seja utilizada na alimentação humana.

Este trabalho de caracterização físico-química realizado em Itapuranga-GO é importante para comparação dos compostos das folhas da Erva baleeira em outras localidades e também pode contribuir como parte de documentação sobre identificação geográfica do município.

AGRADECIMENTOS

Agência financiadora: Convênio nº. 001/2021 – SER/FRTV/UFG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, F. P., Venzon, M., das Dôres, R. G. R., Franzin, M. L., Martins, E. F., de Araújo, G. J., & Fonseca, M. C. M. (2021). Toxicity of *Varronia curassavica* Jacq. Essential Oil to Two Arthropod Pests and Their Natural Enemy. *Neotropical Entomology*, 50(5), 835–845. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00906-x>

ANVISA (2021) Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 2ª edição. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-fitoterapico/2022-fffb2-versao-13-mai-2022.pdf>>. Acesso em 22/11/2022.

Bakkali, F, Averbeck, S, Averbeck, D, Idaomar, M: Biological effects of essential oils-a review. vol. 46, pp. 446-475. *Food Chem Toxicol* (2008). doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106

Brasil, R., & Bot, V. (2008). Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (*Boraginaceae*) leaves (Issue 3).

de Castro Nizio, D. A., Fujimoto, R. Y., Maria, A. N., Carneiro, P. C. F., França, C. C. S., da Costa Sousa, N., de Andrade Brito, F., Sampaio, T. S., de Fátima Arrigoni-Blank, M., & Blank, A. F. (2018). Essential oils of *Varronia curassavica* accessions have different activity against white spot disease in freshwater fish. *Parasitology Research*, 117(1), 97–105. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5673-x>

Gilbert, B., & Favoreto, R. (2012). *Cordia verbenacea* DC. *Revista Fitos*, 7(1).

Michielin, E. M. Z., de Lemos Wiese, L. P., Ferreira, E. A., Pedrosa, R. C., & Ferreira, S. R. S. (2011). Radical-scavenging activity of extracts from *Cordia verbenacea* DC obtained by different methods. *Journal of Supercritical Fluids*, 56(1), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2010.11.006>

Ahmad-Qasen, M.H.; Barrajón-Catalán, E.; Micol, V.; Mulet, A.; Gárcis-Pérez (2013). Influence of freezing and dehydration of olive leaves (var. Serrana) on extract composition and antioxidant potential. *Food Research International*, 50,189–196.

Bastos, D. H. M.; Rogero, M. M.; Arêas, J. A. (2009). Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arquivo brasileiro de endocrinologia e metabolismo*, 53, 646-656.

Broeckxa, G.; Vandenneuvel, D.; Claesb, I. J. J.; Lebeerb, S.; Kiekens, F. (2016). Drying techniques of probiotic bacteria as an important step towards the development of novel pharmabiotics. *International Journal of Pharmaceutics*, 505, 303-318.

Brune, M.; Hallberg, L.; Skanberg, A. (1991). Determination of iron-binding Phenolic groups in Foods. *Journal of Food Science*, 56, 128-131.

Chan, E. W. C., Lim, Y.Y., Wong, S. K. (2011a). Antioxidant properties of ginger leaves: an overview. *Free radicals and antioxidants*, 1, 6-16.

Chan, E. W. C.; Ng, V. P.; Tan, V. V.; Low, Y. Y. (2011b). Antioxidant and antibacterial properties of *Alpinia galanga*, *Curcuma longa*, and *Etilingera elatior* (Zingiberaceae). *Pharmacognosy Journal*, 3, 54-61.

Chan, E. W. C., Lim, Y.Y., Wong, S. K, Lim, K. K.; Tan, S. P.; Lianto, F. S.; Wong, M. Y. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species, *Food Chemistry*, 113, 166-172.

Chan, E. W. C.; Lim, Y. Y.; Wong, L. F.; Lianto, F. S.; Wong, S. K.; Lim, K. K.; Joe, C. E.; Lim, T. Y. (2008). Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. *Food Chemistry*, 109, 477-483.

Chan, E. W. C.; Lim, Y. Y.; Omar, M. (2007). Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia. *Food Chemistry*, 104, 1586-1593.

Connor, A.M.; Luby, J. J.; Hancock, J. F.; Berkheimer, S.; Hanson, E. J. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 893-898.

Deng, Y. T.; Liang, G.; Shi, Y.; Li, H. L.; Zhang, J.; Mao, X. M.; Fu, Q. R.; Peng, W. X.; Chen, Q. X.; Shen, D. Y. (2016). Condensed tannins from *Ficus altissima* leaves: Structural, antioxidant, and antityrosinase properties. *Process Biochemistry*, 51, 1092-1099.

Esparza-Martínez, F. J.; Miranda-López, R.; Guzman-Maldonado, S. H. (2016). Effect of air-drying temperature on extractable and non-extractable phenolics and antioxidant capacity of lime wastes. *Industrial Crops and Products*, 84, 1–6.

Kahkonen, M. P.; Hopia, A. I.; Vuorel, H. J.; Rauha, J. P.; Pihlaja, K.; Kujals, T. S.; Heinonen, M. (1999). Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 3954-3962.

Liu, Y.; Nair, M. G. (2012). Curcuma longa and Curcuma mangga leaves exhibit functional food property. *Food Chemistry*, 135, 634-640.

Magro, L. D.; Dalagnol, L. M. G.; Manfroi, V.; Hertz, P. F.; Klein, M. P.; Rodrigues, R. C. (2016). Synergistic effects of Pectinex Ultra Clear and Lallzyme Beta on yield and bioactive compounds extraction of Concord grape juice. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 157-165.

Melo, C. M. T.; Faria, J. V. (2014). Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. *Bioscience Journal*, 30, 93-100.

Najafabadi, N. S.; Sahari, M. A.; Barzegar, M.; Esfahani, Z. H. (2017). Effect of gamma irradiation on some physico chemical properties and bioactive compounds of jujube (*Ziziphus jujuba var vulgaris*) fruit. *Radiation Physics and Chemistry*, 130, 62-68.

Price, M. L.; Scoyoc, S. V.; Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the Vanillin Reaction as an Assay for Tannin in Sorghum Grain. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 26, 1214-1218.