



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA – CESTB  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Análise do perfil químico e avaliação do potencial antioxidante das sementes de *Genipa americana* (jenipapo) obtida no município de Tabatinga-AM

TABATINGA – AM  
2024

Matheus Da Costa Angulo

Análise do perfil químico e avaliação do potencial antioxidante das sementes de *Genipa americana* (jenipapo) obtida no município de Tabatinga-AM

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial, para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago.

TABATINGA – AM

2024



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MATHEUS DA COSTA ANGULO

Análise do perfil químico e avaliação do potencial antioxidante das sementes de *Genipa americana* (jenipapo) obtida no município de Tabatinga-AM.

Aos vinte e nove (29) dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e quatro, o aluno acima citado foi avaliado pela Comissão de Avaliação composta por Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago – Presidente, Dr. Richardson Alves de Almeida – Membro e Dra. Sarah Raquel Silveira da Silva Santiago – Membro.

Aprovado aos 29 dias de fevereiro de 2024

TIPO DE AVALIAÇÃO	NOTA DOS AVALIADORES			MÉDIAS
	1º Avaliador	2º Avaliador	3º Avaliador	
ESCRITA	8,8	8,0	8,8	8,5
ORAL	8,9	9,0	8,8	8,9
NOTA FINAL (MÉDIA FINAL)				8,7

*Matheus da Costa Angulo*

Matheus da Costa Angulo  
Aluno

*Prof. Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago*  
Coord. Biologia  
Port. GR/UEA Nº 746/2023

Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago  
1ª Avaliador

*Dr. Richardson Alves de Almeida*

Dr. Richardson Alves de Almeida  
2ª Avaliador

*Dra. Sarah Raquel Silveira da Silva Santiago*

Dra. Sarah Raquel Silveira da Silva Santiago  
3ª Avaliadora

*Prof. Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago*  
Coord. Biologia  
Port. GR/UEA Nº 746/2023

Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago  
Coordenador do Curso de Ciências Biológicas

## Resumo

As frutas são de grande importância para a nutrição e saúde humana por serem fontes de vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes. Dentre as várias frutas disponíveis para o consumo, destaca-se o jenipapo, fruta nativa da América do Sul, com propriedades medicinais. A polpa do jenipapo é rica em vitaminas dos grupos A, C, E e K, além de minerais como potássio, cálcio, fósforo e ferro. A casca da fruta é rica em iridoídeos, que são compostos bioativos com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Embora a maior parte das pesquisas sobre o jenipapo se concentre em outras partes da fruta, como a polpa e a casca, realizou-se um estudo sobre a atividade antioxidante das sementes. Essa parte é pouco explorada o que torna essa pesquisa no mínimo interessante. Diante do que foi apresentado, o objetivo do presente estudo foi de determinar o potencial antioxidante e caracterizar os constituintes químicos nas sementes do fruto de *Genipa americana* obtidos em uma feira do município de Tabatinga – AM. Para alcançar estes objetivos, os frutos de jenipapo foram conduzidos, higienizados e descascados no Laboratório de química do Centro de Estudos Superiores de Tabatinga – CESTB/UEA. Parte do material coletado foi utilizado para elaboração da exsicata. Os extratos foram elaborados com etanol nas concentrações 70%, 80% e 100% e água destilada. Após a secagem dos extratos, calculou-se o rendimento e pesou-se amostra suficiente para avaliação do potencial antioxidante e análises de espectrometria de massas. A atividade antioxidante foi determinada por espectrofotometria, utilizando a reação de captura do radical livre DPPH. Os resultados revelaram que o extrato obtido em etanol 80% apresentou a maior atividade antioxidante, com 73,9% de redução dos radicais de DPPH e, para o extrato elaborado em água destilada não foi detectada atividade antioxidante. As análises de espectrometria de massas em modo negativo revelaram a presença dos íons  $m/z$   $[M-H]^-$  196 e 200 que, segundo a literatura correspondem a 1-hidroxi-7-(hidroximetil)-1H,4aH,5H,7aH-ciclopenta[c]piran-4-carbaldeído e (z)-3-(1-Formil-1-ácido propenil) pentanodióico. Já as análises em modo positivo mostraram a presença do íon  $m/z$   $[M+H]^+$  249 que corresponde ao composto genipacetal. Este estudo demonstra o potencial antioxidante das sementes de jenipapo e identifica compostos bioativos que podem ser responsáveis por essa atividade.

**Palavras-chave:** Frutas; Jenipapo; Antioxidante.

## Abstract

Fruits are of great importance to human nutrition and health as they are sources of vitamins, minerals, fiber, and antioxidants. Among the various fruits available for consumption, jenipapo stands out, a fruit native to South America with medicinal properties. Jenipapo pulp is rich in vitamins A, C, E, and K, as well as minerals such as potassium, calcium, phosphorus, and iron. The fruit peel is rich in iridoids, which are bioactive compounds with antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties. Although most research on jenipapo focuses on other parts of the fruit, such as the Pulp and peel, we conducted a study on the antioxidant activity of the seeds, which is a less explored aspect, making this research at least intriguing. Given the above, the objective of this study was to determine the antioxidant potential and characterize the Chemical constituents in the seeds of the *Genipa americana* fruit obtained from a market in the municipality of Tabatinga – AM. To achieve these objectives, jenipapo fruits were collected, cleaned, and peeled in the Chemistry Laboratory of the Center for Higher Studies of Tabatinga – CESTB/UEA. Part of the collected material was used to prepare the herbarium specimen. Extracts were prepared using ethanol at concentrations of 70%, 80%, and 100%, and distilled water. After drying the extracts, the yield was calculated, and sufficient sample was weighed for antioxidant potential evaluation and mass spectrometry analyses. Antioxidant activity was determined by spectrophotometry, using the DPPH free radical capture reaction. The results revealed that the extract obtained in 80% ethanol showed the highest antioxidant activity, with 73,9% reduction of DPPH radicals, while no antioxidant activity was detected for the extract prepared in distilled water. Negative mode mass spectrometry analyses revealed the presence of ions  $m/z$   $[M-H]^-$  196 and 200, which, according to the literature, correspond to 1-hydroxy-7-(hydroxymethyl)-1H,4aH,5H,7aH-cyclopenta[c]pyran-4-carbaldehyde and (z)-3-(1-Formyl-1-propenyl) pentanedioic acid. Positive mode analyses showed the presence of ion  $m/z$   $[M+H]^+$  249 corresponding to the compound genipacetal. This study demonstrates the antioxidant potential of jenipapo seeds and identifies bioactive compounds that may be responsible for this activity.

**Keywords:** Fruits; Jenipapo; Antioxidant.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Visão geral das massas e rendimentos dos extratos de <i>G. americana</i> .....	11
<b>Figura 2:</b> Atividade antioxidante do extrato da semente de <i>G. americana</i> .....	12
<b>Figura 3:</b> Espectrometria de massas no Etanol 80% negativo total.....	13
<b>Figura 4:</b> Espectrometria de massas no Etanol 80% positivo total.....	13
<b>Figura 5:</b> Iridoides identificados por espectrometria no modo negativo .....	14
<b>Figura 6:</b> Monoteperno identificado por espectrometria no modo positivo .....	14

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Frutas comuns e suas propriedades medicinais.....	3
--	---

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 PROPRIEDADES MEDICINAIS DE FRUTAS.....	3
2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E DE COMPOSTOS QUÍMICOS DE <i>Genipa americana</i> (RUBIACEAE).....	4
2.3 ESTUDOS ENVOLVENDO <i>G. AMERICANA</i> NO AMAZONAS.....	5
2.4 TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DETECÇÃO DE COMPOSTOS QUÍMICOS EM <i>G. AMERICANA</i> .....	7
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	7
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	7
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
4.1 COLETA, SECAGEM DO FRUTO E PREPARO DOS EXTRATOS .....	8
4.2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO POR ESPECTROMETRIA DE MASSAS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE .....	8
4.3 ELABORAÇÃO DA EXSICATA.....	9
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>9</b>
5.1 RENDIMENTO DOS EXTRATOS OBTIDOS .....	9
5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DAS SEMENTES DE <i>G. AMERICANA</i> .....	11
5.3 ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS .....	13
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>15</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da vida, a absorção de informações do ambiente circundante é um processo inerente ao ser humano. Através de práticas ancestrais, transmitidas de geração em geração, diversas sociedades preservaram seus conhecimentos. Entre essas práticas, destaca-se a exploração das propriedades terapêuticas de plantas e frutas, transmitida com dedicação para evitar o esquecimento dessas tradições. Essa conexão com o passado encontra respaldo em diversos tratados de fitoterapia, comprovando a importância desses saberes (NEWALL, 2002; ARGENTA et al., 2011).

O Brasil se destaca como uma fonte preciosa de plantas frutíferas, com elevado valor nutricional. As frutas brasileiras destacam-se por ofertar micronutrientes tais como fibras, vitaminas e compostos fitoquímicos. Outros compostos importantes são os antioxidantes e polifenóis, componentes que não só aumentam nossa saúde, mas também desempenham um papel vital na redução do risco de enfermidades. Essa virtuosa relação com o bem-estar humano não apenas evidencia um potencial cativante para as indústrias, mas também se configura como uma opção notável para promover o sustento de diversas comunidades (COSTA; ROSA, 2006).

Dentre as diversas frutas disponíveis no Brasil têm-se o jenipapo que pertence à família Rubiaceae sendo natural da América do Sul. Suas partes possuem diversos usos no setor alimentício, de medicamentos e corantes (BARBOSA et al., 2007). Atualmente, os estudos epidemiológicos demonstram a presença de uma conexão entre o consumo de frutas e a diminuição do risco de doenças crônicas (BRAT, et al, 2006). Esses efeitos terapêuticos se deve a combinação de suas vitaminas, minerais, compostos fenólicos e fibras (RUXTON et al., 2006). A espécie é conhecida por tratar de males como diarreias, anemias, problemas no baço e também possuem ação antimicrobiana, antiparasitária e repelente (ALVES; MING; BENTES et al., 2015).

Com relação a propriedade antioxidante do jenipapo, e de outros frutos, esta trata-se da capacidade de inibir a oxidação de inúmeros substratos, como as células do corpo humano contra danos causados por moléculas instáveis denominadas radicais livres. Devido a essa propriedade este fruto chama atenção por ser capaz de defender o corpo humano do estresse oxidativo salvando-se de uma série de transtornos degenerativos crônicos (CANUTO et al., 2010). Um estudo realizado por Pacheco et al.

(2015) demonstrou que o extrato aquoso do jenipapo apresenta uma atividade antioxidante de 70,2%.

A escassez de estudos sobre a atividade antioxidante das sementes de *G. americana* (Rubiaceae) motivou a execução do presente estudo logo, sendo este então o principal objetivo. Além disso, o presente estudo caracterizou com elevada precisão a presença de ao menos dois iridoídeos e um monoterpeno nas amostras. Tais compostos estão relacionados ao potencial antioxidante observado nas amostras.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PROPRIEDADES MEDICINAIS DE FRUTAS

Conforme a sociedade se desenvolveu, o ser humano percebeu não só valor nutricional, mas também o medicinal das frutas, o que causou o aumento do consumo destes alimentos devido aos seus efeitos benéficos para saúde. Nas frutas estão presentes nutrientes e componentes bioativos que estão relacionados aos efeitos favoráveis a saúde e a diminuição do desenvolvimento de doenças crônicas (BVENURA; SIVAKUMAR, 2017; GALANAKIS, 2019; RUFINO et al., 2010).

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam que, anualmente, o consumo reduzido de frutas e verduras causam cerca de 2,7 milhões de mortes por doenças não transmissíveis (DNTs), que são condições de saúde de longa duração e progressivas que geralmente têm uma causa multifatorial e não são transmitidas de pessoa para pessoa (TOLEDO et al., 2012). Segundo a literatura, para evitar as DNTs, recomenda-se o consumo de frutas, visto que, estas são uma ótima fonte de minerais, vitaminas e antioxidantes, podendo até retardar o envelhecimento precoce, fornecem energia e aumentam a imunidade (MACHADO; SANTIAGO, 2001).

O aumento das doenças degenerativas incentivou, o avanço das pesquisas que tem como objetivo descobrir compostos que sejam capazes de prevenir essas enfermidades. Nesse contexto, o uso de frutas é essencial para impedir o aparecimento de tais patologias e, isso se deve a combinação dos diferentes compostos bioativos encontrados nesses alimentos (CÂNDIDO, CAMPOS, 2005). Na tabela a seguir, estão apresentadas algumas frutas que apresentam propriedades terapêuticas.

**Tabela 1:** Frutas comuns e suas propriedades medicinais

Fruta / Nome científico / Família	Propriedade medicinal	Referência
Abacaxi - <i>Ananas comosus</i> L. Merrill. (Bromeliaceae)	- Antioxidante; - Anti-inflamatório; - Regulador dos níveis de açúcar; - Auxilia na digestão e saúde da pele.	SOUZA, SOUZA, et al., 2017
Amora preta - <i>Morus nigra</i> (Moraceae)	- Antimutagênica; - Anticarcinogênica; - Antioxidante; - Antibacteriana.	NAKAMURA et al., 2003; PADILHA et al., 2010
Caju - <i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiaceae)	- Antioxidante; - Antidiabética; - Cicatrizante; - Efeitos cardioinibitórios.	PADILHA et al., 2020
Manga - <i>Mangifera indica</i> (Anacardiaceae)	- Antiviral; - Antibacteriana;	GARRIDO et al, 2004; OJEWOLE, 2005; PARDO-

	- Analgésica; - Antiinflamatória. - Anti-hipertensivo; - Antiarrítmico; - Antiespasmódico; - Diurético.	ANDREU et al., 2008
Maracujá - <i>Passiflora edulis</i> (Passifloraceae)	- Antimutagênica; - Antilipolítica; - Antifertilidade; Anti-ulcerogênicas	SILVA, 2020
Melão-de-são-caetano - <i>Momordica charantia</i> L. (Curcubitaceae)	- Tratamento de anemia; - Anticâncer; - Neuroprotetor; - Imunomodulador; - Antioxidante; - Hepatoprotetora; - Hipoglicêmica	KUMAR et al., 2010; HSIAO et al., 2017
Jenipapo - <i>Genipa americana</i> (Rubiaceae)		LIU et al., 2009; WU et al., 2009; HWA et al., 2011; SON et al., 2015; LI et al., 2018; SHANMUGAM et al., 2018;

Fonte: Elaboração própria.

## 2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E DE COMPOSTOS QUÍMICOS DE *Genipa americana* (RUBIACEAE)

Da família Rubiaceae, o jenipapo, *G. americana*, é uma árvore com porte ereto, uma copagem estreita, medindo de 8 a 14m de altura, seu tronco é liso com 40 a 60cm de diâmetro, suas folhas são simples, opostas, rígidas, mas, flexíveis sendo desprovida de tricomas. As suas flores são grandes e inicialmente brancas, ficando amarelas com a polinização. Os frutos são bagas globosas de cor amarelada-parda, a polpa de cor parda e sabor doce, com cheiro forte, contém um grande número de sementes achatadas (LORENZI et al., 2021).

O jenipapo é encontrado principalmente na região várzea da floresta Amazônica, próximo aos rios. Além disso, esta espécie pode ser encontrada em áreas de transição entre savana, floresta aberta e em terras baixas. Outros dados revelam que, a espécie é ordinária de florestas secundárias e ocorre em locais de agricultura itinerante (ORWA et al., 2009).

Um dos principais produtos oriundos da árvore do jenipapo são os corantes escuros, que têm o potencial para tingir devido à presença de compostos da classe dos iridóides como a genipina e o geniposídeo aglicona, que são encontrados no mesocarpo e endocarpo do fruto. Desde então, ainda que num ritmo lento, alguns estudos foram desenvolvidos empregando-se as folhas e/ou frutos com a intenção de obter tais corantes (BENTES 2010).

De acordo com Canuto et al. (2010) o jenipapo, apresenta um teor de umidade de que varia de 75% à 95% valor que é, próximo ao de outras polpas de frutas encontradas na Amazônia. Com relação a sua composição química, Figueiredo et al.

(1986) descreveram cinco tipos diferentes de ácidos graxos na polpa, com a predominância de ácidos graxos saturados, cerca de 52,3%, em comparação com os ácidos graxos insaturados com 25,65%. Dos ácidos graxos caracterizados têm-se 37,20% de palmítico, 25,65% de oleico, 5,36% de esteárico, 5,26% de mirístico, 2,52% de caprílico e 2,25% de láurico. O estudo de Costa et al (2010) reforça a composição dos ácidos graxos presentes na polpa sendo eles,  $25,63 \pm 0,74$  de ácidos graxos saturados,  $3,67 \pm 0,13\%$  de ácidos graxos monoinsaturados,  $61,19 \pm 3,32\%$  de ácidos graxos poliinsaturados e  $2,01 \pm 2\%$  de ácido linoléico e, a mesma porcentagem para o ácido  $\alpha$ -linolênico. Os distintos valores encontrados nos estudos de ambos autores se devem ao fato do estado de maturação em que se encontrava os frutos, Figueiredo et al. (1986) trabalhou com o fruto verde, enquanto que Costa et al. (2010) realizou seu estudo utilizando o fruto maduro.

No estudo de Bentes (2014) sobre os compostos bioativos do jenipapo revelou que os perfis de iridoides e ácidos clorogênicos do endocarpo e do mesocarpo da fruta foram determinados, e foram identificados 17 compostos por HPCL-DAD-MS/MS, dos quais 14 eram iridoides e 3 compostos fenólicos.

Diversas pesquisas foram realizadas com objetivo de esclarecer quais os componentes químicos que estão presentes em *G. americana*, alguns destes compostos são os Genamesídeos A-D, glicosídeos iridóides, o ácido 2-metilbutanóico, hexanóico e os ésteres etílicos de 2- e 3-ácido metilbutanóico (FRANCO; JAZANTTI, 2005; ONO et al 2005). Em trabalho realizado por Alves (2004) são descritos os compostos 2-metilpropanol, 2-pentano, butanol, 2-metilbutanol, 3-metilbutanol, 2-heptanol, hexanol, 2-butoxietanol, 2-nonanol e octanol, bem como alguns compostos carbonílicos, incluindo 2-pentanona, 4-metil-2-pentanona.

### 2.3 ESTUDOS ENVOLVENDO *G. AMERICANA* NO AMAZONAS

Utilizando o jenipapo como material de estudo, Cardoso et al. (2020) focou no uso do pó de *G. americana*, pois os frutos são consumidos de maneira menos frequente em seu estado natural, para criar um produto. A metodologia utilizada para alcançar este objetivo foi a secagem da fruta por convecção. Os frutos foram colhidos quando maduros, sendo submetidos a secagem em estufa com circulação de ar e, após isto, foram triturados e peneirados para obter uma textura uniforme. Após obter o rendimento da farinha de jenipapo e analisar suas propriedades, o autor concluiu através de seu estudo que essa farinha de polpa de jenipapo possui nutrientes adequados, propriedades

tecnológicas avançadas e teor de umidade abaixo dos requisitos legais para produção de alimentos.

O estudo de Sousa Junior et al. (2019) focou na avaliação do potencial fitoquímico, antibacteriano e modulador do extrato hidroalcolólico da casca do caule de *G. americana*. O objetivo foi testar sua atividade antibacteriana contra cepas comuns e multirresistentes de bactérias. Para isso, eles utilizaram um teste de microdiluição em caldo para determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e também analisaram a capacidade de modulação de antimicrobianos usando a gentamicina como referência. Os resultados indicaram que o extrato da casca da *G. americana* possui componentes fitoquímicos com a capacidade de reduzir a resistência antimicrobiana, o que foi considerado um resultado satisfatório pelo autor.

Em outro estudo, Costa et al. (2019) teve como objetivo obter o extrato do jenipapo para análises físico-químicas a fim de contribuir para a caracterização desse fruto que foi obtido no cerrado brasileiro. Utilizando a percolação e a concentração em um evaporador rotatório, os autores prepararam o extrato hidroalcolólico da planta. Esse extrato passou por testes que incluíram avaliação de pH, teor de sólidos, densidade, cromatografia em camada delgada (CCD), identificação de compostos fitoquímicos e ensaios relacionados a fenóis. Os resultados da análise fitoquímica revelaram a presença de vários metabólitos, como taninos, saponinas, flavonoides, alcaloides, entre outros, que já haviam sido documentados em estudos anteriores. O estudo concluiu que a percolação foi um método eficaz para extrair os compostos do jenipapo e, com base nas descobertas, foi possível caracterizar o extrato obtido de *G. americana* L.

Por fim, no estudo realizado por Oliveira et al. (2022), o fruto do jenipapo foi apresentado como uma fonte promissora de corante azul, que apresentam um potencial significativo para ser utilizado na indústria têxtil como alternativa a corantes azuis artificiais mais complexos. A pesquisa buscou avaliar a estabilidade da cor azul obtida do extrato, focando na aplicação desse corante em tecidos de algodão. Durante o estudo, utilizou-se o extrato de bagas de jenipapo verdes para o tingimento. Os resultados revelaram que o extrato do jenipapo se revelou como um excelente corante natural, com um considerável potencial para ser empregado em processos de tingimento industrial de fibras de algodão, destacando também propriedades anti-UV benéficas.

## 2. 4 TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DETECÇÃO DE COMPOSTOS QUÍMICOS EM *G. AMERICANA*.

Um dos primeiros relatos deste tipo de estudo é o de Ueda e Iwahashi (1991). Em seu estudo foi descoberto um iridoide glicosilado denominado o genipósido, a partir do extrato metanólico de frutas frescas de *G. americana*. Através da formação de calo e das culturas de células suspensas eles conseguiram obter o tarenosídeo, o gardenosídeo e o ácido geniposídico, foram descritos o tarenosídeo, gardenosídeo e ácido geniposídeo e ácido geniposídico. Outros estudos revelam a presença de ácidos carboxílicos em frações voláteis nos de frutos de jenipapo coletados no Brasil (BORGES; REZENDE, 2000).

Pino et al. (2005) utilizando a polpa de *G. americana* numa mistura de extrato aquoso descreveram, através da técnica de cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), 91 compostos voláteis, dos quais 81 dos quais ainda não haviam sido descritos para a espécie. Destes 1% eram aldeídos e cetonas, 69,6% era ácidos carboxílicos e 10,1% terpenos. No ano seguinte, Pinto et al. (2006) descreveram 52 constituintes voláteis presentes no extrato aquoso da polpa, 32 destes eram desconhecidos para a espécie. A maioria destes constituintes eram álcoois (24,4 – 28,2%), ésteres (21,9 - 12,8), ácidos (17,1 – 20,5%) e compostos aromáticos (9,7 – 23,1%), que foram encontrados na porção superior e aquosa do extrato.

O jenipapo é conhecido por suas propriedades medicinais e antioxidantes, sendo amplamente utilizado na medicina popular em diversas culturas. Compreender o perfil de massas dos extratos hidroetanólico e aquoso é crucial para identificar os compostos químicos presentes, bem como determinar suas concentrações relativas.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o perfil químico e mensurar o percentual antioxidante dos extratos das sementes de *Genipa americana* (jenipapo) obtidas no município de Tabatinga-AM

### 3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Preparar os extratos hidroetanólicos e aquosos das sementes, polpa e cascas do fruto de *G. americana*;
- Selecionar ao menos um extrato para análise de espectrometria de massas com base no potencial antioxidante;

- Caracterizar os constituintes químicos, da amostra bioativa, por espectrometria de massas.

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1 COLETA, SECAGEM DO FRUTO E PREPARO DOS EXTRATOS

Inicialmente, dezesseis frutos foram adquiridos de um comerciante local na feira do Bagaço, localizada na rua Santos Dumon, no município de Tabatinga-AM. Os frutos foram transportados para o laboratório de química do Centro de Estudos Superiores de Tabatinga – UEA-CESTB onde foram higienizados com sabão e água corrente. Após a higienização, os frutos foram cuidadosamente descascados, e 15 g de polpa, casca e sementes foram separados e colocados em erlenmeyers.

Em seguida, procedeu-se com a elaboração dos extratos conforme descrito por AMORIM (2020) com algumas alterações. Para a realização deste procedimento, utilizando-se as soluções extratoras etanol (Dinâmica) 70%, 80%, 100% e água destilada. O experimento foi realizado em triplicata para assegurar a precisão e reprodutibilidade dos processos e resultados. Após 24 horas de extração, os experimentos foram filtrados para separar o líquido do sólido. O excesso de líquido foi cuidadosamente removido usando um banho de areia, e uma vez seco, a massa do extrato bruto foi registrada com auxílio de balança analítica (Shimadzu).

Posteriormente, pesou-se 1 mg de todas as amostras para a realização das análises em espectrômetro de massas e, 2 mg para a execução do teste de atividade antioxidante com reagente 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH).

##### 4.2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO POR ESPECTROMETRIA DE MASSAS E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE

O teste da atividade antioxidante foi realizado de acordo com a metodologia estabelecido por Rufino et al. (2007) para a reação captura do radical livre DPPH. A reação foi executada em placa de 96 poços misturando-se 30  $\mu$ L de amostra, na concentração de 1 mg/mL solubilizada em metanol, com 270  $\mu$ L de reagente DPPH. Para o controle da reação, foi empregado o ácido gálico. A reação de captura do radical DPPH ocorreu durante 30 minutos em ambiente livre de qualquer fonte de iluminação. Ao fim da reação, a absorbância foi determinada em espectrofotômetro em  $\lambda = 517$  nm. O perfil químico dos extratos que apresentaram o melhor desempenho no teste anterior,

foram analisados em espectrômetro de massas do modelo TSQ Quantum Access, com fonte ESI (Thermo Scientific) operando em modo positivo e negativo. Para o processamento dos dados de espectrometria de massas, utilizou-se o software Xcalibur e, as estruturas caracterizadas foram desenhadas no ChemDraw.

#### 4.3 ELABORAÇÃO DA EXSICATA

A exsicata foi elaborada segundo os procedimentos descritos por Freitas et al. (2022). No laboratório de química do Centro de Estudos superiores de Tabatinga – CESTB/UEA, o material foi inicialmente lavado com água e detergente, seguido de aspersão de álcool a 70% para higienização. Após a seleção das melhores partes da planta, estas foram recortadas com tesoura e estilete.

As partes escolhidas foram então dispostas sobre jornal, prensadas entre prensas de madeira (42,5 cm x 29,5 cm) e amarradas para prensagem, permanecendo em estufa por 5 dias. Posteriormente, as peças foram higienizadas com álcool a 70% antes serem armazenadas. A montagem final da exsicata ocorreu através da colagem das partes em papel-cartão de fundo branco, coberto com papel madeira.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 RENDIMENTO DOS EXTRATOS OBTIDOS

Os rendimentos obtidos, calculados após a obtenção do extrato bruto seco estão apresentados na figura 1.

As diferentes partes do jenipapo, sendo elas as sementes, polpa e cascas, foram submetidas a quatro processos de extração distintos. Quinze gramas de cada parte foram submetidos à extração com etanol 70%, 80% ou 100% ou água destilada. O rendimento dos extratos é expresso em porcentagem e, leva-se em consideração a divisão entre a massa de partida pela massa do extrato bruto obtida.

Os resultados da semente mostram que o etanol 80% foi o tratamento em que se obteve o maior rendimento, com 6,9%. O etanol 100% obteve um rendimento ligeiramente inferior, com 6,8%. Na extração com etanol 70% obteve-se o menor rendimento, com 6,1%. Utilizando-se água destilada, obteve-se o rendimento máximo de 4,8%. O rendimento do extrato da semente de *G. americana* obtido com etanol 80% foi melhor dos obtidos com etanol 70%, 100% e água destilada por dois motivos, primeiro a proporção de etanol 80% foi ideal para a eficiência do processo de extração devido ao fato desta solução ser levemente menos polar que o etanol 70% e a água

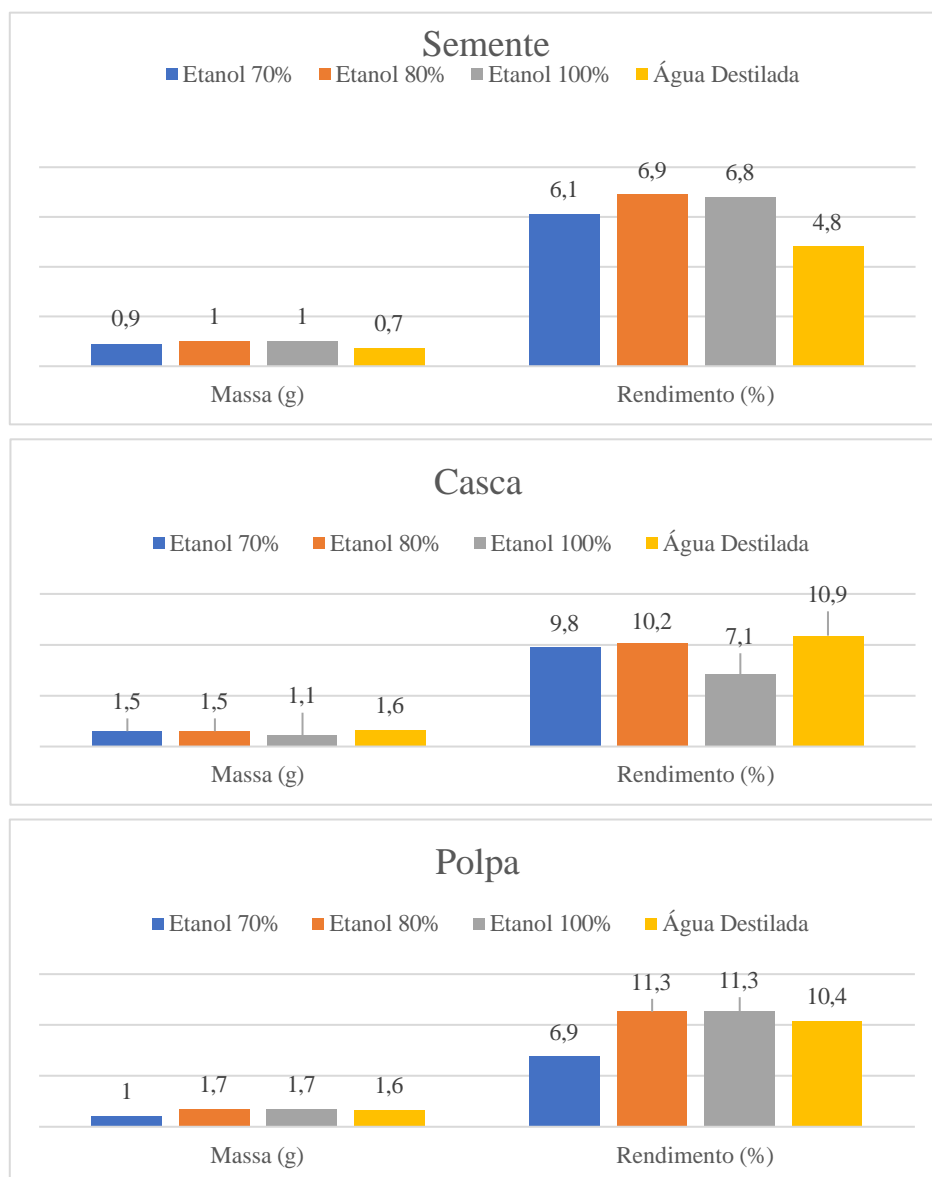
destilada, isso o torna mais eficaz na extração de compostos químicos, como iridoides, compostos fenólicos e ácidos clorogênicos (CASAGRANDE et al. 2018). Tais compostos interagem bem com solventes polares. Segundo o etanol 80% é menos volátil que o etanol 100%, ou seja, o etanol 80% evapora mais lentamente, o que permite que mais tempo seja gasto na extração dos compostos bioativos (BENTES 2014).

Os resultados da casca indicam que a água destilada foi o solvente mais eficiente, com um rendimento de 10,9%. O etanol 70% e o etanol 80% também apresentaram rendimentos satisfatórios, de 9,8 e 10,2, respectivamente. A extração com etanol 100% por outro lado, apresentou 7,1% de rendimento, o menor rendimento quando comparado aos demais. Os resultados indicam que a massa e o rendimento do extrato obtido com água destilada são superiores aos obtidos com água destilada são superiores aos obtidos com etanol 70%, 80% e 100%. O rendimento superior do extrato obtido com a água destilada pode ser explicado pela maior solubilidade dos compostos bioativos da casca do jenipapo em água. Esses compostos incluem flavonoides, taninos, ácidos orgânicos e compostos fenólicos, que são conhecidos por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatória e antimicrobianas (VARZAKAS; TZIA, 2014).

Para os resultados da polpa tem-se que o etanol 100% e o etanol 80% foram os solventes mais eficientes, com rendimentos de 11,3% cada. O etanol 70% também foi eficaz na extração, apresentando um rendimento de 10,4%. A água destilada apresentou um desempenho levemente menor, quando comparado aos demais solventes, com rendimento de 9,8%. Os resultados obtidos com etanol 80% e 100% são semelhantes, enquanto os obtidos com etanol 70% e água destilada são distintos, isso acontece porque o etanol 80% e 100% são solventes mais polares que o etanol 70% e água destilada, indicando que eles são mais capazes de dissolver os compostos bioativos da polpa do jenipapo, o que pode levar a uma massa e um rendimento mais altos (OLIVEIRA et al., 2016).

De maneira geral, o rendimento dos extratos foi melhor quando se utilizou o etanol como solvente de extração, com exceção da casca onde melhor resultado foi com o tratamento com água destilada, isso porque o etanol é um solvente orgânico com propriedades que são menores em densidade e tensão superficial das encontradas em água (FARIA, 2019).

**Figura 1:** Visão geral das massas e rendimentos dos extratos de *G. americana*.



Fonte: Elaboração própria.

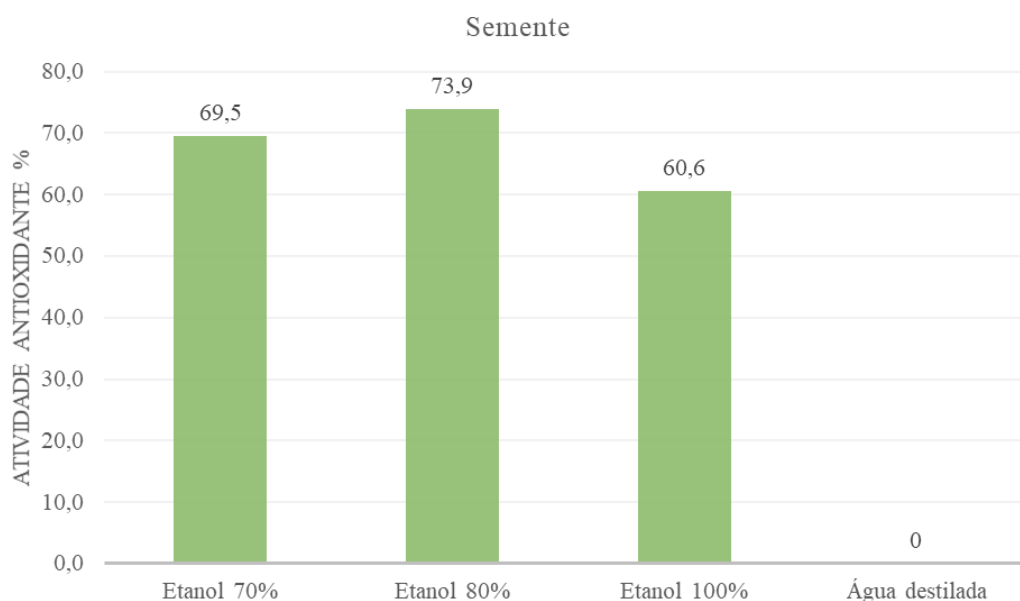
As sementes apresentaram um rendimento promissor, apesar da massa de 1 g ser inferior ao das outras partes da fruta. No entanto, essa quantidade foi suficiente para o estudo em questão, que visava explorar o potencial das sementes. A análise da atividade antioxidante da casca e da polpa será realizada em pesquisas futuras.

## 5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DAS SEMENTES DE *G. AMERICANA*

Na figura 2 observa-se o percentual antioxidante dos extratos das sementes de *G. americana*. O eixo X representa as diferentes soluções extratoras e, o eixo Y representa o percentual de atividade antioxidante.

Os resultados indicam que o solvente que apresentou a maior atividade antioxidante para extratos de sementes de jenipapo foi o etanol 80%, com Atividade Antioxidante (AA%) de 73,9%, seguido do etanol 70% com AA% de 69,5%. O etanol 100%, apresentou uma atividade antioxidante de com 60,6% e para o extrato elaborado em destilada não foi detectada atividade antioxidante.

**Figura 2:** Atividade antioxidante do extrato da semente de *G. americana*



Fonte: Elaboração própria.

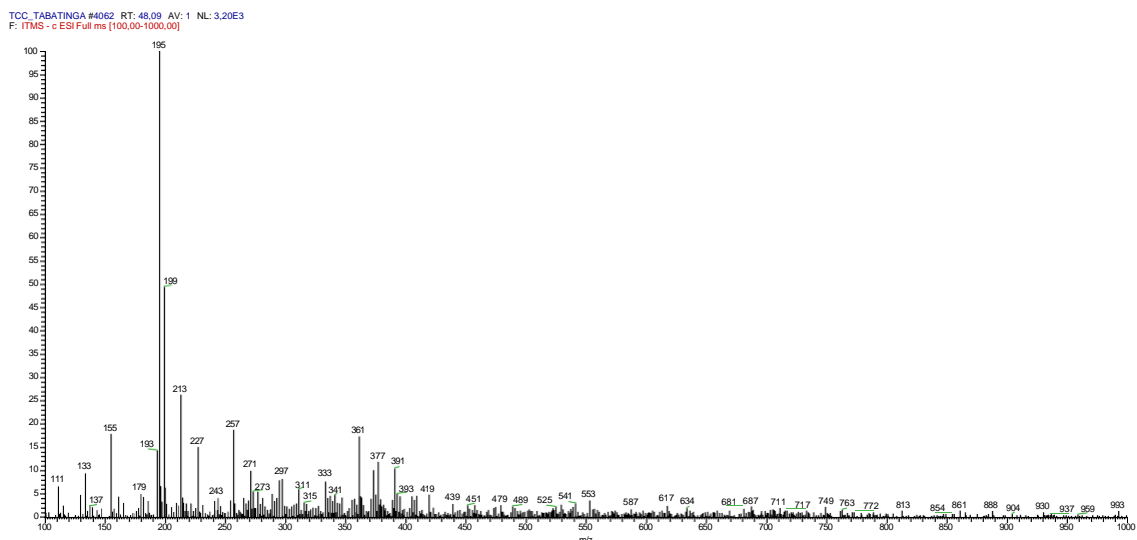
Em estudo realizado por Chaves et al. (2019) que mensurou a atividade antioxidante das sementes do jenipapo maduro, apresentaram um resultado de 50,2%, para o extrato obtido com etanol 70%. Quando se comparam os resultados do presente estudo, com os do trabalho apresentado anteriormente, têm-se resultados significativamente maiores e promissores. No estudo feito por de Luzia (2012) o óleo extraído das sementes de jenipapo apresentou maior capacidade antioxidante de 86,14%, valor este, maior dos que foram obtidos neste estudo.

Em outro estudo feito por Neri-Numa et al. (2020) os extratos foram obtidos a partir de frutos verdes (UGE) e maduros (RGE), e a capacidade antioxidante *in vitro* foi avaliada por três métodos diferentes, dentre eles o DPPH. O extrato do jenipapo maduro apresentou, pelo método DPPH, um valor de percentual antioxidante de 15,45%, enquanto que o extrato do jenipapo verde obteve 58,72%. Por comparação direta, os resultados do estudo de Neri-Numa et al. (2020) são inferiores ao do presente estudo.

### 5.3 ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA DE MASSAS

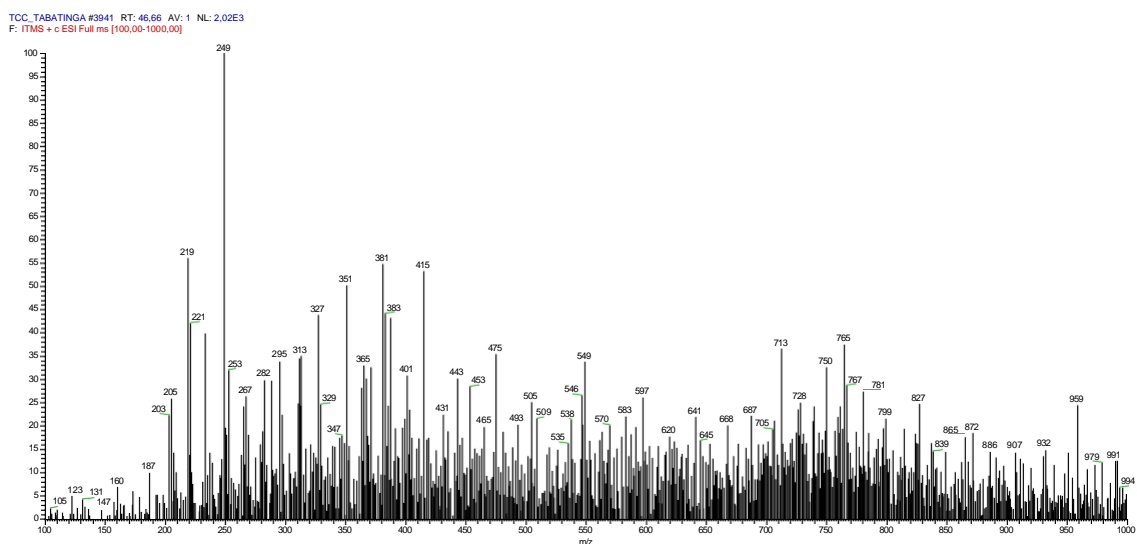
Após o processamento das análises em espectrômetro de massas, obtiveram-se os perfis químicos apresentados nas figuras 3 e 4.

**Figura 3:** Espectrometria de massas no Etanol 80% negativo total



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4:** Espectrometria de massas no Etanol 80% positivo total

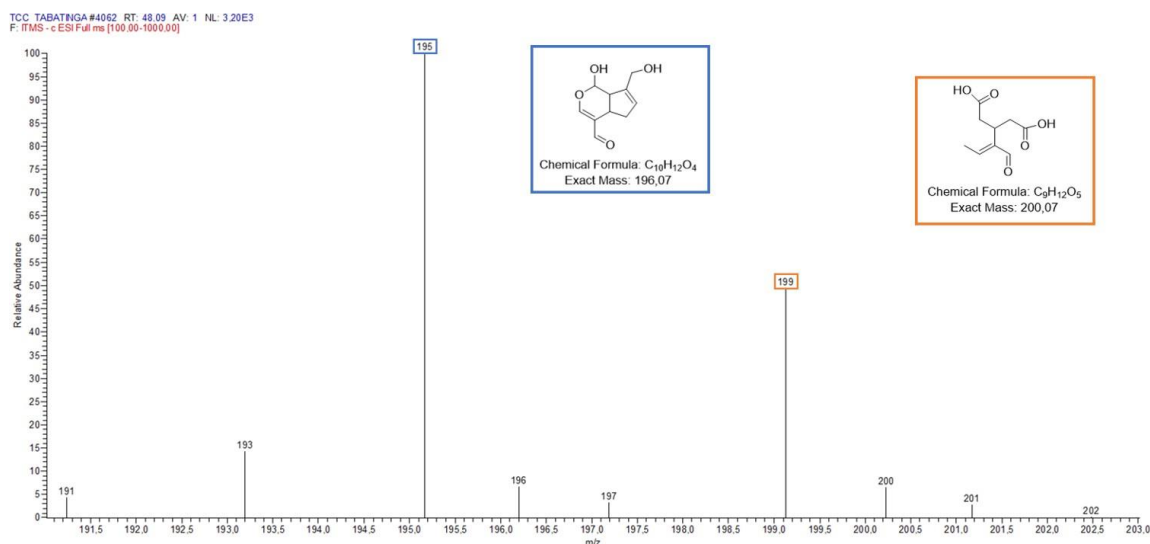


Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados contidos na literatura e, após analisar de maneira detalhada o perfil químico apresentado nas figuras anteriores, foi possível caracterizar três

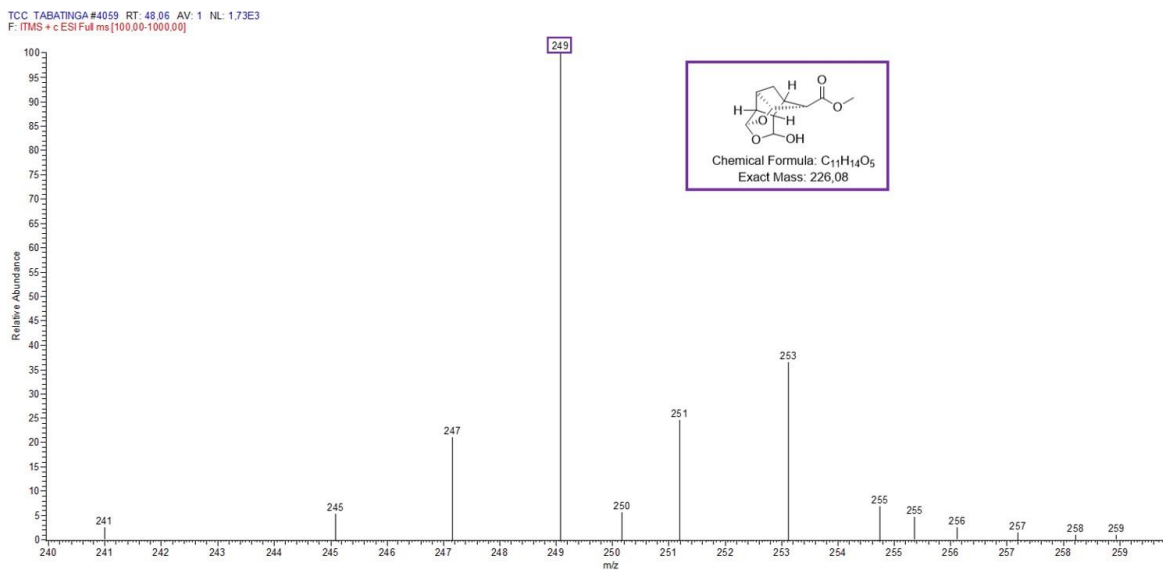
compostos do extrato das sementes obtido em etanol 80%. Foram reconhecidos dois iridoides, denominados compostos **01** e **02** apresentados na figura 5, nas análises em modo negativo e um monoterpênóide, composto **03** (figura 6), nos espectros obtidos em modo positivo.

**Figura 5:** Iridoides identificados por espectrometria no modo negativo



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 6:** Monoterpêno identificado por espectrometria no modo positivo



Fonte: Elaboração própria.

O composto **01**, com massa  $m/z$   $[M-H]^-$  195, foi identificado como 1-hidroxi-7-(hidroximetil) -1H,4aH,5H,7aH-ciclopenta[c]piran-4-carbaldeído, segundo Silva, (2017)

esse iridoide é mais comumente encontrado nas folhas. Já o composto **02**, com massa  $m/z$   $[M-H]^-$  199, foi identificado como (z)-3-(1-Formil-1-ácido propenil)pentanodióico, encontrado no suco da polpa do jenipapo no estudo de Dickson et al. (2020), foram detectados após consumo prolongado do suco de jenipapo. O composto **03** foi identificado como genipacetol devido a presença do íon  $m/z$   $[M+H]^+$  249, anteriormente descrito no fruto seco e em pó de *G. americana*, no estudo realizado por Alves et al. (2015).

Os iridoides são uma classe de compostos químicos pertencentes aos monoterpenos, encontrados em todas as partes das plantas, mas abundantes nas folhas, flores e frutos. Eles desempenham um papel importante na defesa das plantas contra insetos e patógenos, e também podem ter atividades biológicas benéficas para os humanos, como atividades anti-inflamatórias, anticancerígenas e antioxidantes (HOU et al., 2014; SCHRÖDER et al., 2016).

A atividade antioxidante dos iridoides tem sido demonstrada em uma variedade de modelos experimentais. Por exemplo, estudos *in vitro* mostraram que os iridoides podem proteger as células contra danos causados por radicais livres (CONCEIÇÃO et al., 2011; VILJOEN; MNCWANGI; VERMAAK, 2012). Também conhecidos como glicosídeos iridoides pela sua capacidade de se ligar à glicose e apresentarem efeitos contra diversos estressores físicos, químicos e biológicos (Malik et al., 2021).

O genipacetol é um monoterpeno encontrado no fruto do jenipapo (*G. americana*). É um composto com uma variedade de atividades biológicas incluindo a antioxidante, anti-inflamatório, antimicrobiana e anticâncer (Koziol et al., 2014).

Com base no que foi descrito e, unindo os dados de espectrometria de massas, as descrições e estudos contidos na literatura com os valores de atividade antioxidante obtidos para os extratos em etanol 80% no presente estudo, supõe-se com determinada margem de segurança a presença dos compostos **01**, **02** e **03** nas amostras. Para que se tenha maior exatidão na descrição destes compostos nas amostras, serão realizados experimentos complementares de MS/MS.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do perfil químico e do potencial antioxidante dos extratos das sementes de *Genipa americana* (jenipapo) do município de Tabatinga-AM apresenta resultados promissores que contribuem para a valorização dessa espécie.

Os resultados das análises de atividade antioxidante confirmaram a capacidade do extrato das sementes de jenipapo em neutralizar radicais livres, e os resultados da espectrometria de massas confirmam a presença de compostos bioativos com potencial antioxidante nas sementes de jenipapo, os iridoides e o genipacetal identificados são promissores para estudos futuros sobre suas propriedades benéficas para a saúde humana.

Confirmou-se presença de ao menos três compostos, sendo eles o 1-hidroxi-7-(hidroximetil) -1H,4aH,5H,7aH-ciclopenta[c]piran-4carbaldeído, (z)-3-(1-Formil-1-ácido propenil) pentanodióico e o genipacetal. Tais compostos possuem, conforme a literatura, atividade antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas e antimicrobiana. Até o momento, não foram registrados relatos desses compostos nas sementes. Eles são comumente encontrados na polpa e folhas do jenipapo. No entanto, este é o primeiro relato da presença desses compostos nas sementes.

## REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO

ABED, KHALID M.; KURJI, BADOOR M.; ABDULMAJEED, BASMA A. Extraction of ocimum basillicum oil by solvents methods. **Asian journal of Chemistry**, v. 30, n. 5, p. 958-960, 2018.

ALVES, Lucio Ferreira; MING, Lin Chau. Chemistry and pharmacology of some plants mentioned in the letter of Pero Vaz de Caminha. **Ethnobiology and Conservation**, v. 4, 2015.

ALVES, Gisele Letícia. **Compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (Genipa americana L.) e murici (Byrsonima crassifolia L. Rich)**. 2004. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARGENTA, Scheila Crestanello et al. Plantas medicinais: cultura popular versus ciência. **Vivências**, v. 7, n. 12, p. 51-60, 2011.

BARBOSA, Rena Mírian T. et al. A physiological analysis of *Genipa americana* L.: a potential phytoremediator tree for chromium polluted watersheds. **Environmental and Experimental Botany**, v. 61, n. 3, p. 264-271, 2007.

BENTES, Adria de S. et al. Influence of the composition of unripe genipap (*Genipa americana* L.) fruit on the formation of blue pigment. **Journal of food science and technology**, v. 52, p. 3919-3924, 2015.

BORGES, E. S.; REZENDE, C. M. Main aroma constituents of genipap (*Genipa americana* L.) and bacuri (*Platonia insignis* M.). *Journal of Essential Oil Research*, v.12, n.1, p.71-74, 2000.

BRAT, P.; GEORGE, S.; BELLAMY, A.; CHAFFAUT, L. D.; SCALBERT, A.; MENNEN, L., et al. Daily polyphenol intake in France from fruit and vegetables. *The Journal of Nutrition*, p. 2368–2373, 2006.

BVENURA, Callistus; SIVAKUMAR, Dharini. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. **Food Research International**, v. 99, p. 15–30, 2017.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais.Uma revisão. *Boletim da SBCTA*. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CANUTO, G. A.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, p. 1196–1205, 2010.

CARDOSO, Daniel Rocha et al. Potencial tecnológico e composição de Farinha de Jenipapo (*Genipa americana* L.) obtida por secagem em convecção. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 33448-33467, 2020.

CONCEIÇÃO, A. et al. Genipa americana (Rubiaceae) Fruit Extract Affects Mitogen-Activated Protein Kinase Cell Pathways in Human Trophoblast-Derived BeWo Cells: Implications for Placental Development. *Journal of medicinal food*, v. 14, p. 483–94, 1 maio 2011.

COSTA, Neusa Maria Brunoro; ROSA, Carla de Oliveira Barbosa (Ed.). **Alimentos funcionais**. Scp, 2006.

COSTA, P. A. DA et al. Phytosterols and tocopherols content of pulps and nuts of Brazilian fruits. *Food Research International*, v. 43, n. 6, p. 1603–1606, 1 jul. 2010.

COSTA, Rayssa Gomes; DA SILVA, Dayane Alves; ALVES, Suzana Ferreira. Obtenção e caracterização do extrato fluido de Genipa americana Linnaeus. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 16, n. E, 2019.

CHAVES, Roseni Marçal et al. *Revista Agrária Acadêmica*. 2019.

DA SILVA, Alana Luisa Sampaio et al. Uso de planta medicinais no tratamento de ansiedade no ambiente acadêmico. 2020.

DA SILVA, A. V. C.; LEDO, A. da S.; DA SILVA JUNIOR, J. F. Descritores para o jenipapeiro (*Genipa americana* L.). 2020.

DE ALMEIDA BARBOSA, Danielle. **AVALIAÇÃO FITOQUÍMICA E FARMACOLÓGICA DE Genipa americana L.(RUBIACEAE)**. 2008. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE AMORIM, Sara Lucena et al. Prospecção fitoquímica da *Carapa guianensis* (Meliaceae) e *Uncaria guianensis* (Rubiaceae) com vista á atividade anti-helmíntica sobre nematódeos gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, 2020.

DE FIGUEIREDO, Raimundo W. et al. Características físicas e químicas do jenipapo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 421-428, 1986.

DE SOUSA BENTES, Adria. **Compostos bioativos de jenipapo, laranja e manga: composição e desenvolvimento de métodos de extração**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

DE SOUSA JÚNIOR, Dárcio Luiz et al. Efeito antimicrobiano e modulador do extrato hidroalcoólico de *Genipa americana* (Jenipapo). **Saúde (Santa Maria)**, 2019.

DICKSON, Livia et al. Genipap (*Genipa americana* L.) juice intake biomarkers after medium-term consumption. **Food Research International**, v. 137, p. 109375, 2020.

FARIA, Tenila dos Santos et al. Avaliação do efeito do processo de secagem do extrato de jenipapo (*Genipa americana* L.). 2019.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Aroma of minor tropical fruits. **Flavour and fragrance journal**, v. 20, n. 4, p. 358-371, 2005.

FREITAS, Juliana Gomes et al. Coleta material botânico: guia prático. 2022.

GALANAKIS, Charis M. (Ed.). **The role of alternative and innovative food ingredients and products in consumer wellness**. Academic Press, 2019.

GARRIDO, Gabino et al. In vivo and in vitro anti-inflammatory activity of *Mangifera indica* L. extract (VIMANG®). **Pharmacological Research**, v. 50, n. 2, p. 143-149, 2004.

HOU, Shi-xiang et al. Protective effect of iridoid glycosides from *Paederia scandens* (LOUR.) MERRILL (Rubiaceae) on uric acid nephropathy rats induced by yeast and potassium oxonate. **Food and chemical toxicology**, v. 64, p. 57-64, 2014.

HSIAO, Chien-Yu et al. Supplementation with Hualian No. 4 wild bitter gourd (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* ser.) extract increases anti-fatigue activities and enhances exercise performance in mice. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 79, n. 6, p. 1110-1119, 2017.

HWA, Jung Seok et al. Genipin selectively inhibits TNF- $\alpha$ -activated VCAM-1 but not ICAM-1 expression by upregulation of PPAR- $\gamma$  in human endothelial cells. **The Korean journal of physiology & pharmacology: official journal of the Korean Physiological Society and the Korean Society of Pharmacology**, v. 15, n. 3, p. 157, 2011.

LI, Zheng et al. Genipin inhibits the growth of human bladder cancer cells via inactivation of PI3K/Akt signaling. **Oncology letters**, v. 15, n. 2, p. 2619-2624, 2018.

LIU, Jian-hui et al. Neuroprotection of geniposide against hydrogen peroxide induced PC12 cells injury: involvement of PI3 kinase signal pathway. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 30, n. 2, p. 159-165, 2009.

LORENZI, Harri et al. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum. 2021.

KOZIOL, Agata et al. An overview of the pharmacological properties and potential applications of natural monoterpenes. **Mini reviews in medicinal chemistry**, v. 14, n. 14, p. 1156-1168, 2014.

KUMAR, D. Sathish et al. A medicinal potency of *Momordica charantia*. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 1, n. 2, p. 95-100, 2010.

LUZIA, Débora Maria Moreno. Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do cerrado brasileiro. 2012.

MALIK, Sonia et al. New insights into the biotechnology and therapeutic potential of *Lippia alba* (Mill.) NE Br. ex P. Wilson. **Journal of Essential Oil Research**, v. 33, n. 6, p. 523-535, 2021.

MARIA DO SOCORRO, M. Rufino et al. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

NERI-NUMA, Iramaia Angelica et al. Genipap (*Genipa americana* L.) fruit extract as a source of antioxidant and antiproliferative iridoids. **Food research international**, v. 134, p. 109252, 2020.

NEWALL, Carol A. **Plantas medicinais: guia para profissional de saúde**. Editorial Premier, 2002.

OJEWOLE, J. A. Antiinflammatory, analgesic and hypoglycemic effects of *Mangifera indica* Linn.(Anacardiaceae) stem-bark aqueous extract. **Methods and findings in experimental and clinical pharmacology**, v. 27, n. 8, p. 547-554, 2005.

OLIVEIRA, V. B. et al. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clae-dad de *dicksonia sellowiana* (presl.). Hook, dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 18, p. 230-239, 2016.

OLIVEIRA, Warley Fernandes et al. Tingimento natural de algodão cationizado com extrato dos frutos de jenipapo (*Genipa americana* l.) Natural dyeing of cotton with jenipapo fruit extract (*Genipa americana* l.). **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 16946-16958, 2022.

ORWA, C. et al. Agroforestree Database: a tree reference and selection guide. Version 4. **Agroforestree Database: a tree reference and selection guide. Version 4.**, 2009.

PACHECO, Paula et al. Composição centesimal, comnpostos bioativos e parâmetros físico-químicos do jenipapo (*Genipa americana* L.) in natura. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, v. 9, n. 4, p. 1041-1054, 2014.

PADILHA, Marina M. et al. Antiinflammatory properties of *Morus nigra* leaves. **Phytotherapy Research**, v. 24, n. 10, p. 1496-1500, 2010.

PADILHA, Janine Agra et al. Therapeutic effects of *Anarcadium occidentale*: an integrative review. **Acta Brasiliensis**, v. 4, n. 3, p. 178-186, 2020.

PARDO-ANDREU, Gilberto L. et al. Protective effects of *Mangifera indica* L extract (Vimang), and its major component mangiferin, on iron-induced oxidative damage to rat serum and liver. **Pharmacological Research**, v. 57, n. 1, p. 79-86, 2008.

PINO, Jorge; MARBOT, Rolando; VAZQUEZ, Carlos. Volatile constituents of genipap (*Genipa americana* L.) fruit from Cuba. **Flavour and fragrance journal**, v. 20, n. 6, p. 583-586, 2005.

PINTO, Alice B. et al. Volatile constituents from headspace and aqueous solution of genipap (*Genipa americana*) fruit isolated by the solid-phase extraction method. **Flavour and fragrance journal**, v. 21, n. 3, p. 488-491, 2006.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. 2007.

RUXTON, Carrie HS; GARDNER, Elaine J.; WALKER, Drew. Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 57, n. 3-4, p. 249-272, 2006.

SCHRÖDER, Peter et al. Synthesis of an iridoid-inspired compound collection and discovery of autophagy inhibitors. **The Journal of Organic Chemistry**, v. 81, n. 21, p. 10242-10255, 2016.

SHANMUGAM, Muthu K. et al. Potential role of genipin in cancer therapy. **Pharmacological research**, v. 133, p. 195-200, 2018.

SILVA, Larissa Marina Pereira. **Constituintes químicos, perfil térmico e atividade anti-helmíntica de *Genipa americana* Linnaeus**. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.

SON, Myoungki et al. Genipin as a novel chemical activator of EBV lytic cycle. **Journal of Microbiology**, v. 53, p. 155-165, 2015.

TOLEDO, Mariana Tâmara Teixeira de et al. Consumo de Frutas e Hortaliças de Usuários de Serviço de Atenção Primária à Saúde. **Nutrição em Pauta**, n. 112, p. 47-52, 2012.

TORRES, Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva; Machado, Flávia Mori Sarti. Alimentos em questão: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns. In: **Alimentos em questão: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns**. 2001. P. 160-160.

UEDA, Shinichi; IWAHASHI, Yasuhiro; TOKUDA, Harukuni. Production of anti-tumor-promoting iridoid glucosides in *Genipa americana* and its cell cultures. **Journal of natural products**, v. 54, n. 6, p. 1677-1680, 1991.

VARZAKAS, Theodoros; TZIA, Constantina (Ed.). **Food engineering handbook: food process engineering**. CRC Press, 2014.

VILJOEN, A.; MNCWANGI, N.; VERMAAK, I. Anti-inflammatory iridoids of botanical origin. **Current medicinal chemistry**, v. 19, n. 14, p. 2104-2127, 2012.

WU, Shao-yu et al. Effect of geniposide, a hypoglycemic glucoside, on hepatic regulating enzymes in diabetic mice induced by a high-fat diet and streptozotocin. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 30, n. 2, p. 202-208, 2009.