

1 **DANIELA DOMÍCIA DA SILVA COSTA**

2

3

4

5

6

7

8

9 **POTENCIAL INSETICIDA E CARACTERÍSTICAS**  
10 **ANATÔMICAS E FITOQUÍMICAS DE FOLHAS DE**  
11 *Apeiba tibourbou* (Aubl.)

12

13

14

15

16

17 **Dissertação de Mestrado**

18

19

20

21 **ALTA FLORESTA-MT**

22

**2022**

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20

DANIELA DOMÍCIA DA SILVA COSTA	
Diss. MESTRADO	
PPGBioAgro 2022	

1



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO  
GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E  
AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS  
AMAZÔNICOS**



1

2

3

4

**DANIELA DOMÍCIA DA SILVA COSTA**

5

6

7

**POTENCIAL INSETICIDA E CARACTERÍSTICAS**

8

**ANATÔMICAS E FITOQUÍMICAS DE FOLHAS DE**

9

*Apeiba tibourbou* (Aubl.)

10

11

12

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

13

14

15

16

17

18

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Garlet

19

20

21

22

23

24

**ALTA FLORESTA-MT**

25

**2022**

1 AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE  
2 TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU  
3 ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE  
4 QUE CITADA A FONTE.

5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

### CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

C837p Costa, Daniela Domicia da Silva.

Potencial inseticida e características anatômicas e fitoquímicas de folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.) / Daniela Domicia da Silva Costa. – Alta Floresta, 2022.

xii, 68 f.; 30 cm.: Il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.

Orientadora: Dra. Juliana Garlet.

1. Bioinseticidas. 2. Extratos Botânicos. 3. Formigas Cortadeiras.  
4. Interação Inseto-Planta. 5. Pulgões. I. Garlet, J., Dra. II. Título.

CDU 632.937

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Luiz Kenji Umeno Alencar - CRB1 2037.


13  
14

# **POTENCIAL INSETICIDA E CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FITOQUÍMICAS DE FOLHAS DE *Apeiba tibourbou* (Aubl.)**

**DANIELA DOMÍCIA DA SILVA COSTA**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.


Aprovada em: 23/02/2022

 Documento assinado digitalmente  
JULIANA GARLET  
Data: 10/05/2022 15:40:52 -0300  
Verifique em <https://verificador.it.br>

---

Orientadora – Profa. Dra. Juliana Garlet


Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/ PPGBioAgro

 Documento assinado digitalmente  
Vinicius Augusto Morais  
Data: 14/05/2022 15:34:26 -0300  
Verifique em <https://verificador.it.br>

---

Prof. Dr. Vinicius Augusto Morais


Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/ PPGBioAgro

 Documento assinado digitalmente  
CACIARA GONZATTO MACIEL  
Data: 11/05/2022 16:04:15 -0300  
Verifique em <https://verificador.it.br>

---

Profa. Dra. Caciara Gonzatto Maciel

Departamento de Horticultura e Silvicultura – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

 Documento assinado digitalmente  
JARDEL BOSCARDIN  
Data: 10/05/2022 16:04:55 -0300  
Verifique em <https://verificador.it.br>

---

Prof. Dr. Jardel Boscardin

Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia – UFU

## DEDICATÓRIA

1

2

3           Dedico este trabalho a toda minha família em especial meus  
4   sobrinhos Emanuel, Benjamim, Lorena e Lucas que são minha alegria, e ao Davi  
5   Lucas que se encantou com as histórias sobre as formigas.

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo folego de vida e por seu amor imerecido.

Agradeço a Profa. Dra. Juliana Garlet por todo apoio e dedicação a mim oferecido durante esses 24 meses de trabalho.

Agradeço imensamente meu esposo Clailson S. Costa por estar ao meu lado em momentos que nem eu mesma me aguentava, agradeço por todo apoio, amor e dedicação, e por todas as parcerias nas coletas.

Agradeço meus pais Nazareno José da Silva e Florisa R. Nogueira pelo apoio e orações, e por serem meu porto seguro durante essa jornada, agradeço também as minhas irmãs Érica Stéfani e Jessica Fernanda por todo apoio.

Agradeço a toda equipe do laboratório que esteve me auxiliando durante os experimentos e coletas em especial a Larissa, Roseline, Pamela e Fabricio.

Agradeço ao querido Anderson Alex Sandro Domingos de Almeida pela amizade e apoio nos momentos de desespero.

Agradeço a Profa. Dra. Ivone Vieira por disponibilizar seu laboratório para as análises histoquímicas e realizar a anatomia da espécie, agradeço também toda equipe do laboratório de Anatomia Vegetal, em especial o colega Willian S. Bochenski por toda dedicação e amizade.

Agradeço a Profa. Dr. Adriana Figueiredo por me auxiliar com as análises estatísticas.

Agradeço a toda equipe da Unemat Campus de Alta Floresta, Ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, e a todos que de alguma forma colaborou para realização desse trabalho e que Deus venha recompensar a todos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos e auxílio financeiro que possibilitou a dedicação integral ao programa de pós-graduação.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

“Quanto mais acredito na ciência, mais acredito em Deus.

21

O universo é inexplicável sem Deus”.

22

23

Albert Einstein

## Sumário

1		
2	LISTA DE TABELAS .....	vii
3	LISTA DE FIGURAS .....	viii
4	RESUMO.....	ix
5	1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
7	2. CAPÍTULOS .....	5
8	2.1. ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E FITOQUÍMICA DE FOLHAS DE <i>Apeiba</i>	
9	<i>tibourbou</i> (Aubl.) E SUA INFLUÊNCIA NA RELAÇÃO PLANTA-INSETO. ....	5
10	Resumo.....	6
11	Introdução .....	7
12	Material e Métodos.....	9
13	Caracterização Anatômica .....	9
14	Análises Fitoquímicas e Histoquímicas de folhas de <i>Apeiba tibourbou</i> .....	9
15	Resultados .....	13
16	Descrição Anatômica .....	13
17	Análise Histoquímica e Fitoquímica .....	15
18	Discussão.....	19
19	Conclusões.....	23
20	Referências Bibliográficas .....	24
21	2.2. POTENCIAL INSETICIDA DE EXTRATOS DE FOLHAS DE <i>Apeiba</i>	
22	<i>tibourbou</i> (Aubl.) NO CONTROLE DE <i>Aphis craccivora</i> Koch (HEMIPTERA:	
23	APHIDIDAE).....	29
24	Resumo.....	30
25	Introdução .....	31
26	Material e Métodos.....	34
27	Resultados .....	36
28	Discussão.....	41
29	Conclusões.....	44
30	Referências Bibliográficas .....	45
31	2.3. EXTRATOS DE <i>Apeiba tibourbou</i> (Aubl.) NO CONTROLE DE <i>Atta</i>	
32	<i>sexdens</i> L. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE).....	48
33	Resumo.....	49

1	Introdução .....	50
2	Material e Métodos.....	54
3	Resultados .....	58
4	Discussão.....	62
5	Conclusões.....	64
6	Referências Bibliográficas .....	65
7	3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		

## LISTA DE TABELAS

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28

### CAPÍTULO 1

**Tabela 1.** Testes histoquímicos utilizados na caracterização da folha de *Apeiba tibourbou* (Aubl.)..... 10

**Tabela 2.** Resultado dos testes histoquímicos realizados nas folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.)..... 15

**Tabela 3.** Resultados dos testes fitoquímicos realizados com extrato de folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.). ..... 17

### CAPÍTULO 2

**Tabela 1.** Tempo médio de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidos a diferentes concentrações do extrato aquoso de *Apeiba tibourbou*, durante 120 horas..... 38

**Tabela 2.** Tempo de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidas a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de *Apeiba tibourbou*, durante 120 horas..... 39

### CAPÍTULO 3

**Tabela 1.** Tempo médio de sobrevivência de operarias de *Atta sexdens* submetidas ao bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de casca de *Apeiba tibourbou* durante um período de 360 horas. .... 58

**Tabela 2.** Tempo de sobrevivência de operarias de *Atta sexdens* submetidas ao bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de folhas de *Apeiba tibourbou* durante um período de 360 horas. .... 60

## LISTA DE FIGURAS

1		
2	CAPÍTULO 1	
3	<b>Figura 1.</b> Secções transversais da anatomia foliar da espécie <i>Apeiba tibourbou</i>	
4	(Aubl.).....	14
5	<b>Figura 2.</b> Resultados positivos nos testes histoquímicos realizados em <i>Apeiba</i>	
6	<i>tibourbou</i> . ....	16
7	<b>Figura 3.</b> Resultados das análises fitoquímicas realizadas com o extrato de	
8	folhas de <i>Apeiba tibourbou</i> (Aubl.). ....	18
9	CAPÍTULO 2	
10	<b>Figura 1.</b> Etapas da metodologia para a implantação dos bioensaios com	
11	aplicação dos extratos de <i>Apeiba tibourbou</i> em <i>Aphis craccivora</i> .....	36
12	<b>Figura 2.</b> Curvas de sobrevivência de <i>Aphis craccivora</i> submetidos ao bioensaio	
13	de exposição a diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de <i>Apeiba</i>	
14	<i>tibourbou</i> . ....	39
15	<b>Figura 3.</b> Curvas de sobrevivência de <i>Aphis craccivora</i> submetidos ao bioensaio	
16	de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de <i>Apeiba</i>	
17	<i>tibourbou</i> . ....	40
18	CAPÍTULO 3	
19	<b>Figura 1.</b> Etapas da metodologia para a implantação dos bioensaios com	
20	aplicação dos extratos de <i>Apeiba tibourbou</i> em <i>Atta sexdens</i> . ....	56
21	<b>Figura 2.</b> Curvas de sobrevivência de operarias de <i>Atta sexdens</i> submetidas ao	
22	bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de	
23	casca de <i>Apeiba tibourbou</i> . ....	59
24	<b>Figura 3.</b> Curvas de sobrevivência de operarias de <i>Atta sexdens</i> submetidas ao	
25	bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcólico de	
26	folha de <i>Apeiba tibourbou</i> . ....	60

## RESUMO

SILVA-COSTA, Daniela Domícia da. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, fevereiro de 2022. **POTENCIAL INSETICIDA E CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FITOQUÍMICAS DE FOLHAS DE *Apeiba tibourbou* (Aubl.)**. Orientadora: Dra. Juliana Garlet

A espécie *Apeiba tibourbou* (Aubl.) pertence à família Malvaceae, é conhecida popularmente como pente de macaco e pau de balsa, é amplamente utilizada na medicina popular. Os indivíduos pertencentes a família Malvaceae possuem em seu metabolismo secundário uma variedade de compostos químicos que atuam no mecanismo de defesa contra herbivoria como os alcaloides, taninos e saponinas. A compreensão das características físicas e dos compostos químicos presentes nas plantas com propriedades inseticidas tem sido importante para o desenvolvimento de novas técnicas de manejo e novos produtos fitossanitários de baixo impacto ambiental. Em pesquisa bibliográfica observou-se uma escassez de dados a respeito da espécie *Apeiba tibourbou*, e sua composição química e anatômica. O presente trabalho descreve características anatômicas, histoquímicas e fitoquímicas presente nas folhas de *Apeiba tibourbou*, e avalia o seu potencial inseticida no controle de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) e *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae). As análises fitoquímicas, histoquímicas e a descrição anatômica possibilitaram a determinação da presença de amidos, lipídeos totais, compostos fenólicos, alcaloides, mucilagens, terpenoides e lactonas sesquiterpênicas, oxalatos de cálcio e tricomas. Para a avaliação do potencial inseticida do extrato de *Apeiba tibourbou* em indivíduos adultos de *Aphis craccivora*, foram preparados os extratos aquoso e hidroalcolico de folhas, e posteriormente aplicados nas concentrações de: 2,5, 5,0, 7,5 e 10%. A avaliação da sobrevivência foi realizada nos períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Observou-se uma diminuição significativa na taxa de sobrevivência dos indivíduos, sendo que o extrato hidroalcolico obteve resultados superiores ao extrato aquoso. Nos bioensaios com operárias de *Atta sexdens* foram preparados extratos hidroalcolicos da casca e de folhas de *Apeiba tibourbou*. As operarias separadas da colônia foram acondicionadas em frascos de vidro, onde foi realizada a aplicação tópica do extrato, cada repetição recebeu um

1 chumaço de algodão contendo água destilada e um cubo de dieta artificial a base  
2 de ágar e dextrose livre de extratos. As avaliações da sobrevivência foram  
3 realizadas a cada 24 horas em um período de 15 dias. Observou-se uma  
4 diminuição gradativa da taxa de sobrevivência com o aumento do tempo de  
5 exposição aos extratos hidroalcolóicos de casca e folhas de *Apeiba tibourbou* se  
6 mostrando uma espécie promissora para o controle de *Atta sexdens*. Desta  
7 forma a espécie *Apeiba tibourbou* apresenta potencial inseticida no controle de  
8 *Aphis craccivora* e *Atta sexdens* em laboratório.

9

10 Palavras-chave: Bioinseticidas. Extratos botânicos. Formigas cortadeiras.  
11 Interação inseto-planta. Pulgões.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

## ABSTRACT

SILVA-COSTA, Daniela Domícia da. M.Sc. Mato Grosso State University, February 2022. **INSECTICIDE POTENTIAL AND ANATOMICAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF LEAVES OF *Apeiba tibourbou*** (Aubl.). Advisor: Dr. Juliana Garlet

The species *Apeiba tibourbou* (Aubl.) belongs to the Malvaceae family, is popularly known as monkey comb and balsa wood, and is widely used in folk medicine. Individuals belonging to the Malvaceae family have in their secondary metabolism a variety of chemical compounds that act in the defense mechanism against herbivory such as alkaloids, tannins and saponins. Understanding the physical characteristics and chemical compounds present in plants with insecticidal properties has been important for the development of new management techniques and new phytosanitary products with low environmental impact. In bibliographic research, there was a scarcity of data about the species *Apeiba tibourbou*, and its chemical and anatomical composition. The present work describes anatomical, histochemical and phytochemical characteristics present in the leaves of *Apeiba tibourbou*, and evaluates its insecticidal potential in the control of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) and *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae). The phytochemical and histochemical analyzes and the anatomical description allowed the determination of the presence of starches, total lipids, phenolic compounds, alkaloids, mucilages, terpenoids and sesquiterpene lactones, calcium oxalates and trichomes. To evaluate the insecticidal potential of *Apeiba tibourbou* extract in adult individuals of *Aphis craccivora*, aqueous and hydroalcoholic extracts of leaves were prepared and subsequently applied at concentrations of: 2.5, 5.0, 7.5 and 10%. Survival assessment was performed at 24, 48, 72, 96 and 120 hours. There was a significant decrease in the survival rate of individuals, and the hydroalcoholic extract obtained better results than the aqueous extract. In the bioassays with *Atta sexdens* workers, hydroalcoholic extracts were prepared from the bark and leaves of *Apeiba tibourbou*. The workers separated from the colony were placed in glass flasks, where the topical application of the extract was carried out, each



1 repetition received a cotton swab containing distilled water and an artificial diet  
2 cube based on agar and dextrose free of extracts. Survival assessments were  
3 performed every 24 hours over a period of 15 days. There was a gradual  
4 decrease in the survival rate with increasing exposure time to hydroalcoholic  
5 extracts of bark and leaves of *Apeiba tibourbou*, showing to be a promising  
6 species for the control of *Atta sexdens*. Thus, the species *Apeiba tibourbou* has  
7 insecticidal potential in the control of *Aphis craccivora* and *Atta sexdens* in the  
8 laboratory.

9

10 Keywords: Bioinsecticides. Botanical extracts. Leaf-cutting ants. Insect-plant  
11 interaction. aphids.

12

13

14

15

16

17

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Em meados da década de 1960 se alastrou pelo mundo o conceito da Revolução Verde, que teria como objetivo extinguir a fome do mundo com a implantação de técnicas agrícolas avançadas. Juntamente com este evento deu-se início o uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos (LAZZARI & SOUZA, 2017). O uso inadequado e em larga escala de produtos fitossanitários químicos, pode resultar em graves problemas ambientais, como o surgimento de novas pragas resistentes e mudanças ecossistêmicas (POZZETTI et al., 2019).

Devido a necessidade de uma produção que cause menores impactos ao meio ambiente e a saúde humana tem crescido o número de pesquisas que estudam as interações das plantas com o meio ambiente onde estão inseridas, buscando conhecer a composição química desses vegetais, em especial espécies que apresentam características farmacológicas e inseticidas (SIMÕES et al., 2017). Espécies vegetais que sofrem danos físicos causados por insetos herbívoros e patógenos desenvolvem características protetoras, e estas propriedades podem ser extraídas e utilizadas no manejo de insetos-praga (FUTUYMA, 1992).

O mecanismo de defesa desenvolvido pelas plantas pode ser classificado como defesa física que consiste em características morfológicas e estruturais que dificultam os insetos de predarem ou se alojarem em seus órgãos vegetais, e defesa química que consiste na síntese de metabólitos secundários que atuam em diferentes níveis de toxicidade podendo afetar de forma negativa os insetos herbívoros (HINMAN et al., 2019; GONZÁLEZ-ESQUIVEL et al., 2019; DOURADO et al., 2016).

Para a determinação da presença de tais propriedades físicas e químicas faz-se o uso de estudos de descrição morfológica e anatômica das espécies, e análises histoquímicas e fitoquímicas. Estes estudos são importantes para conhecer a composição química presente nas plantas. As metodologias utilizadas são baseadas no uso de diferentes reagentes cito ou químico-histológicos previamente estabelecidos (CONCEIÇÃO & AYOAMA, 2016; OLIVEIRA et al., 2016). A descrição anatômica de uma espécie auxilia na compreensão das características internas e externas da planta, e dos fenômenos

1 relacionados ao corpo vegetal, permitindo compreensão da interação planta-  
2 inseto (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

3 Algumas famílias vegetais possuem um maior número destes compostos  
4 secundários, sendo que espécies que possuem uma combinação de várias  
5 destas características são raras se tornando alvo de estudo ao longo dos anos  
6 (MENEZES, 2005). No entanto considerando a diversa flora brasileira em seus  
7 diferentes biomas, há um número promissor de espécies que podem ter potencial  
8 para utilização como bioinseticidas, como a espécie *Apeiba tibourbou* (Aubl.).

9 A espécie *Apeiba tibourbou*, faz parte da família Malvaceae, que possui  
10 uma grande diversidade de metabólitos, como os esteroides, terpenoides,  
11 alcaloides e diversas classes de substâncias fenólicas, a exemplo taninos e  
12 flavonoides (CHAVES, 2016). Apresenta abundância em substâncias secretoras,  
13 propriedades antioxidantes, taninos e compostos fenólicos, como o ácido  
14 rosmarínico, utilizado como extrato medicinal popularmente para tratar  
15 enfermidades estomacais, processos inflamatórios, espasmos e afecções  
16 respiratórias (SOUZA et al., 2012).

17 Desta forma este trabalho foi dividido em três capítulos. Sendo que no  
18 primeiro capítulo foi realizada a descrição anatômica e as análises histoquímicas  
19 e fitoquímicas das folhas da espécie *Apeiba tibourbou* para a avaliação da sua  
20 importância na interação planta-inseto. No segundo capítulo foi avaliada a taxa  
21 de sobrevivência de *Aphis craccivora* Koch submetidos a diferentes  
22 concentrações dos extratos aquoso e hidroalcolico de folhas de *Apeiba*  
23 *tibourbou*. E no terceiro e último capítulo analisou-se a taxa de sobrevivência de  
24 operárias de *Atta sexdens* L. submetidas a diferentes concentrações de extratos  
25 hidroalcolicos de folhas e casca de *Apeiba tibourbou*.

## 1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2 APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; & CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia**  
3 **vegetal**. 2. Ed. Viçosa: ed. UFV, 438p. 2006.
- 4 CHAVES, S. O. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano de duas espécies de**  
5 **Malvaceae: *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garke e *Sida rhombifolia* L.**  
6 **Dissertação -Centro de Ciências da Saúde - UFP, João Pessoa. 2016.**
- 7 CONCEIÇÃO, L. de O.; AOYAMA, E. M. Anatomia e Histoquímica da Lâmina  
8 Foliar de Espécies conhecidas por Quebra Pedra (*Euphorbia prostrata* Aiton,  
9 *Euphorbia hyssopifolia* L., *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn e *Phyllanthus*  
10 *tenellus* Roxb.) **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, v.18, n.2, p. 571-581,  
11 2016.
- 12 DOURADO, A.C.P., SÁ-NETO, R.J., GUALBERTO, S.A., CORRÊA, M.M.  
13 Herbivoria e características foliares em seis espécies de plantas da Caatinga do  
14 nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, p. 145-151.  
15 2016.
- 16 FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto, SBG: CNPq. 2ed. 1992.
- 17 GONZÁLEZ-ESQUIVEL, J.G., CUEVAS-REYES, P., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ,  
18 A., ÁVILA-CABADILLA, L.D., ÁLVAREZ-AÑORVE, M.Y., FAGUNDES, M.,  
19 MALDONADO-LÓPEZ, Y. Functional attributes of two Croton species in diferente  
20 successional stages of tropical dry forest: effects on herbivory and fluctuating  
21 asymmetry patterns. **Tropical Ecology**, v. 60, p. 238-251, 2019.
- 22 HINMAN, E. D., FRIDLEY, J. D., PARRY, D. Plant efense against generalist  
23 herbivores in the forest understory: a phylogenetic comparison of native and  
24 invasive species. **Biological invasions**, v. 21, n. 4, 1269-128, 2019.
- 25 LAZZARI, F. M.; SOUZA, A. S. **Revolução Verde: Impactos sobre os**  
26 **conhecimentos tradicionais**. 4o Congresso Internacional de Direito e  
27 Contemporaneidade. Ed. 2017: ISSN 2238-9121. Santa Maria – RS.
- 28 MENEZES, E. L. A.; Inseticidas Botânicos: Seus Princípios Ativos, Modo De  
29 Ação E Uso Agrícola. Seropédica, Rio De Janeiro: **Embrapa Agrobiologia**, 58p.  
30 2005.
- 31 OLIVEIRA, A. P.; GUIMARÃES, A. L.; PACHECO, A. G.; ARAÚJO, C. S.;  
32 OLIVEIRA, R. G.; LAVOR, É. M.; SILVA, M. G.; ARAÚJO, E. C. C.; MENDES, R.  
33 L.; ROLIM, L. A.; COSTA, M. P.; FARIAS, H. C. L.; PESSOA, C. DO Ó.; LOPES,  
34 N. P.; MARQUES, L. M. M.; ALMEIDA, J. R.; Estudo fitoquímico, atividade  
35 antimicrobiana e citotóxica de espécimes de *Leonotis nepetifolia* L. R. (Br).  
36 **Química Nova**, v. 39, p. 32-37, 2016.
- 37 POZZETTI, V. C.; DOS SANTOS, U. A. C. C.; MICHILES, M. P. O DIREITO  
38 HUMANO À ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: DA REVOLUÇÃO VERDE AO  
39 PROJETO DE LEI DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES (PL Nº 827/2015).  
40 **Relações Internacionais no Mundo Atual**, v. 2, n. 23, p. 390-410, 2019.

1 SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.;  
2 PETROVICK, P. R.; **Farmacognosia**: do produto natural ao medicamento.  
3 Porto Alegre: Artmed, 2017

4 SOUZA, S. M. M.; MORAES, C. S. S.; COUTO, R. O.; GIL, E. S.; FONSECA, Y.  
5 M.; CONCEIÇÃO, E. C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou*  
6 Aubl.(Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of**  
7 **Pharmacy Research**, v. 5, n. 3, p. 1414-1417, 2012.

8 VIEGAS-JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o  
9 controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390 - 400, 2003.

10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

10 **2. CAPÍTULOS**

11

12 **2.1. ANATOMIA, HISTOQUÍMICA E FITOQUÍMICA DE FOLHAS DE *Apeiba***  
13 ***tibourbou* (Aubl.) E SUA INFLUÊNCIA NA RELAÇÃO PLANTA-INSETO.**

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

1 **Resumo** – (2.1. Anatomia, histoquímica e fitoquímica de folhas de *Apeiba*  
2 *tibourbou* (aubl.) e sua influência na relação planta-inseto). As espécies vegetais  
3 possuem características que atuam na proteção de danos causados por  
4 herbívoros. Este mecanismo de defesa é formado por características físicas e  
5 químicas, como a presença de tricomas nas folhas e metabólitos secundários  
6 com propriedades inseticidas como os alcaloides, flavonoides, taninos e  
7 saponinas. Espécies com essas propriedades tem sido alvo de vários estudos,  
8 que visam a utilização de inseticidas botânicos no manejo de insetos-praga. O  
9 presente estudo tem como objetivo avaliar propriedades físicas e químicas de  
10 defesa contra herbivoria presentes nas folhas de *Apeiba tibourbou*, através da  
11 descrição anatômica e das análises histoquímica e fitoquímica. A caracterização  
12 anatômica se deu a partir de lâminas histológicas montadas com cortes  
13 transversais a mão livre na região mediana da lâmina foliar corados com fucsina  
14 e azul de Astra. A determinação da presença de metabólitos secundários ocorreu  
15 através de análises histoquímicas utilizando-se secções histológicas do material  
16 vegetal e submeteu-se a testes histoquímicos pré-estabelecidos. Realizou-se  
17 para os testes fitoquímicos extratos alcoólicos a partir do material vegetal seco  
18 e triturado, que foram submetidos a testes específicos para cada metabolito de  
19 interesse. Na descrição anatômica observou-se a presença de tricomas  
20 glandulares e oxalatos de cálcio que desempenham a função de proteção contra  
21 herbivoria. Nas análises histoquímicas e fitoquímicas das folhas de *Apeiba*  
22 *tibourbou* foi possível determinar a presença de amidos, lipídeos totais,  
23 compostos fenólicos, alcaloides, mucilagens, terpenoides e lactonas  
24 sesquiterpênicas. Considerando os resultados obtidos, a espécie *Apeiba*  
25 *tibourbou* pode apresentar ação inseticida para insetos herbívoros.

26

27 **Palavras-chave:** Pente de macaco. Anatomia Vegetal. Bioinseticidas.

28

29

30

31

32

## 1 **Introdução**

2 O consumo de diferentes partes de um vegetal, principalmente as folhas  
3 é chamado de herbivoria, podendo ser causada por vertebrados ou  
4 invertebrados (SILVA et al., 2012). A herbivoria é classificada como a maior  
5 interação planta-animal, sendo os insetos responsáveis por cerca de 18% do  
6 consumo da biomassa vegetal terrestre (HERRERA, 2002).

7 Ao longo da evolução das espécies, os vegetais desenvolveram  
8 características protetoras, devido a sua impossibilidade de locomoção  
9 (FUTUYMA, 1992). Sendo classificadas como: induzidas, constitutivas e  
10 compensatórias. As características induzidas são expressadas logo após sofrer  
11 algum dano que coloque em risco sua sobrevivência (SOLER et al., 2007).  
12 Características protetoras constitutivas consistem em defesas contínuas, estão  
13 presentes independentemente do tipo de dano que a planta venha a sofrer (VAN-  
14 VELZEN & ETIENNE, 2015). As estratégias compensatórias envolvem uma  
15 gama de mecanismos de tolerância que minimizam por meio da reconfiguração  
16 de suas vias metabólicas os efeitos negativos da herbivoria (RAMULA et al.,  
17 2019).

18 Os mecanismos de defesa em plantas podem ser classificados por suas  
19 propriedades, sendo eles físicos ou químicos (HINMAN et al., 2019). São  
20 consideradas defesas físicas as características morfológicas e/ou estruturais que  
21 dificultam os ataques ou deposição de ovos por insetos herbívoros, podendo ser  
22 na forma de depósitos cuticulares, epiderme e parede celular espessadas,  
23 tricomas e fibras na folha (GONZÁLEZ-ESQUIVEL et al., 2019). A defesa  
24 química consiste na síntese de metabólitos secundários que atuam em  
25 diferentes níveis de toxicidade, ou reduzindo a palatabilidade e digestibilidade  
26 dos tecidos vegetais da planta, podendo afetar o crescimento, reprodução e  
27 sobrevivência dos herbívoros (DOURADO et al., 2016).

28 A procura por espécies com propriedades inseticidas tem sido alvo de  
29 pesquisas, pois há uma necessidade crescente de produtos fitossanitários que  
30 causem um menor impacto negativo ao meio ambiente (DE REZENDE, 2016). A  
31 espécie *Apeiba tibourbou* (Aubl.) apresenta características promissoras para  
32 estes estudos. Pertence à família Malvaceae, tem ampla ocorrência em regiões  
33 tropicais das Américas do Sul e Central. Em território brasileiro ocorre na região



1 Amazônica, Cerrado, Caatinga e Floresta Atlântica, geralmente é encontrada em  
2 formações secundárias e áreas abertas com alta disponibilidade de luz solar,  
3 ocorre com pouca frequência em mata densa e fechada (LORENZI, 2000).

4 *Apeiba tibourbou* é conhecida pelos nomes populares de pente de  
5 macaco, pau de jangada ou pau de balsa, é uma espécie com madeira de baixa  
6 densidade como o próprio nome vulgar sugere, foi amplamente utilizada na  
7 construção de jangadas para uso de pescadores desde o início da colonização  
8 do Brasil (RAMALHO, 2008).

9 O pente de macaco é uma espécie perenifólia, heliófila, podendo atingir  
10 cerca de 30m de altura, com tronco de 40-60 cm de diâmetro, ramos novos e os  
11 pecíolos foliares são revestidos por tomento ferruginoso. Possui folhas simples,  
12 com textura áspera chegando a tamanhos de 12-30 cm de comprimento e 14-20  
13 cm de largura. As flores são paniculadas e o fruto é uma cápsula deiscente com  
14 a superfície provida de espinhos moles (LORENZI, 2002).

15 Considerando a importância do conhecimento de propriedade inseticidas  
16 em plantas, a descrição anatômica de uma espécie, auxilia na compreensão das  
17 suas características e fenômenos relacionados ao corpo vegetal, auxiliando na  
18 compreensão da interação planta-inseto (APPEZZATO-DA-GLÓRIA &  
19 CARMELLO-GUERREIRO, 2006). As análises histoquímicas e fitoquímicas são  
20 extremamente importantes para conhecer os componentes químicos presentes,  
21 na histoquímica pode-se determinar em quais órgãos vegetais são produzidos  
22 estes compostos. Esses métodos são baseados no uso de diferentes reagentes  
23 cito ou químico-histológicos previamente estabelecidos (CONCEIÇÃO;  
24 AOYAMA, 2016; OLIVEIRA et al., 2016).

25 O presente estudo tem como objetivo avaliar as características  
26 anatômicas, histoquímicas e fitoquímicas de folhas de *Apeiba tibourbou*,  
27 analisando sua possível relação com a herbivoria.

28  
29  
30  
31  
32

## 1 **Material e Métodos**

### 2 Coletas dos materiais vegetais

3 Para a caracterização anatômica e análise histoquímica, realizou-se coletas  
4 de três indivíduos em diferentes localizações geográficas no município de Alta  
5 Floresta (Ind1: 56°0'89,035" W, 9°89'7,451" S; Ind2: 56°0'88,745" W, 9°89'7,171"  
6 S; Ind3: 56°0'69,350" W, 9°86'2,550" S). Após a coleta ainda em campo o  
7 material foi armazenado em sacos plásticos com as devidas identificações,  
8 posteriormente foi encaminhado ao laboratório de Anatomia Vegetal localizado  
9 na Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta-MT.

10 Após a coleta foi retirada uma amostra do material coletado e  
11 encaminhada para Herbário da Amazônia Meridional, Campus de Alta Floresta-  
12 MT, para confirmação de sua identificação (n° 26595).

13 Para obtenção dos extratos das folhas de *Apeiba tibourbou* para as  
14 análises fitoquímicas foram realizadas coletas de folhas em boas condições  
15 fitossanitárias no mês de setembro do ano de 2020 e no mês de março do ano  
16 2021 no período vespertino no município de Alta Floresta-MT (56°3'43,972" W,  
17 9°57'1,312" S).

### 18 Caracterização Anatômica

19 Para a caracterização anatômica, utilizou-se três amostras foliares dos três  
20 indivíduos coletados. Fixou-se o material foliar em FAA50 (formaldeído, ácido  
21 acético glacial e etanol 50% 5:5:90, v/v) por 48 horas e, posteriormente, foi  
22 estocado em álcool etílico a 70% (JOHANSEN, 1940). Em seguida, seccionou-  
23 se cortes transversais a mão livre na região mediana da lâmina foliar com o  
24 auxílio de lâminas de aço. Clarificou-se as finas seções obtidas em hipoclorito  
25 sódico (2%) e corou-se com fucsina e azul de Astra (KRAUS et al., 1997).

26 A partir das lâminas histológicas montadas, foram obtidas fotomicrográficas  
27 por meio do capturador de imagens digital (LAS E.Z. 1.7.0 Leica®), acoplado a  
28 um fotomicroscópio Leica® ICC50.

### 29 Análises Histoquímicas e Fitoquímicas de folhas de *Apeiba tibourbou*

30 Para a realização das análises histoquímicas foram utilizadas cinco folhas  
31 saudáveis dos três indivíduos coletados. Para a determinação da presença dos

1 metabólitos secundários de interesse nas folhas de *Apeiba tibourbou*,  
2 realizaram-se cortes histológicos à mão livre com o auxílio de lâminas de aço  
3 com suporte de medula de pecíolo de embaúba.

4 Os metabólitos analisados e os testes histoquímicos que a espécie foi  
5 submetida podem ser visualizados na Tabela 1.

6  
7 **Tabela 1.** Testes histoquímicos utilizados na caracterização de folhas de *Apeiba*  
8 *tibourbou*.

<b>Grupos metabólicos</b>	<b>Cor da Reação</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Referência</b>
<b>Amido</b>	Preto	Lugol	Johansen (1940)
<b>Lipídios totais</b>	Vermelho	Sudan IV	Pearce (1980)
<b>Taninos</b>	Vermelho	Vanilina clorídrica	Mace & Howell (1974)
<b>Compostos fenólicos</b>	Preto	Cloreto férrico III	Johansen (1940)
<b>Alcaloides</b>	Castanho avermelhado	Dragendorff	Svensden & Verpoorte (1983)
<b>Mucilagens</b>	Preto	Ácido tânico	Pizzolato & Lillie (1973)
<b>Terpenoides</b>	Vermelho alaranjado	2-4-dinitrofenilhidrazina	Ganter & Jollés (1970)
<b>Lactonas sesquiterpênicas</b>	Vermelho	Ácido sulfúrico	Geissman & Griffin (1971)

9  
10 As ilustrações da anatomia e dos testes histoquímicos foram obtidas  
11 através do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica® ICC50,  
12 com o auxílio do programa Leica® LAS E.Z. 1.7.0. Com a documentação dos  
13 resultados, foram confeccionadas pranchas a fim de evidenciar testes positivos  
14 na espécie.

15 Realizaram-se as análises fitoquímicas para indicação de presença ou  
16 ausência de metabólitos secundários nas folhas de *Apeiba tibourbou*. Assim  
17 sendo baseada em testes fitoquímicos qualitativos de precipitação e coloração  
18 específicos para cada classe de metabólitos secundários de interesse, seguindo  
19 as avaliações conforme protocolo pré-estabelecido e descrito por Matos (2009).

20 A preparação e armazenamento dos extratos se deu no laboratório da  
21 Madeira do Ceptam (Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional),  
22 da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT. Após  
23 as coletas o material vegetal passou por um processo de desidratação em estufa

1 com circulação forçada de ar a 45°C por 72 horas, e posteriormente triturado em  
2 moinho de facas tipo Willey.

3 Realizou-se a determinação da presença de metabólitos secundários  
4 através da preparação de um extrato alcoólico, seguindo o protocolo descrito por  
5 Matos (2009), diluindo 20g do material seco e triturado em 100 mL de álcool  
6 (92,8%), posteriormente a solução permaneceu em banho-maria por 15 minutos  
7 em constante agitação com temperatura de 60 °C, para melhor extração das  
8 substâncias presentes no material. Posteriormente, a solução foi filtrada e  
9 acondicionada em frasco de vidro higienizado, e armazenada em local fresco,  
10 seco e protegida da luz.

11 Após a preparação dos extratos, realizaram-se os testes fitoquímicos. Os  
12 metabólitos secundários avaliados foram: alcaloides, flavonoides, saponinas e  
13 taninos, conforme os protocolos pré-estabelecidos e descritos por Matos (2009).

14 A determinação de alcaloides foi realizada a partir de dois testes,  
15 utilizando dois reagentes diferentes, sendo Dragendorff (5 g de carbonato de  
16 bismuto; 25 g de iodeto de potássio; 12 ml de ácido clorídrico e 100 ml de água  
17 destilada) e Mayer (1,35 g de cloreto de mercúrio; 5,0 g de iodeto de potássio e  
18 100 ml de água deionizada), em um tubo de ensaio foi adicionado 2 ml do extrato,  
19 sendo alcalinizado com a adição de 15 gotas de hidróxido de sódio a 1% e  
20 acrescentado 2 ml de água destilada e adicionou-se 2 ml de clorofórmio, em  
21 seguida desprezou-se a fase aquosa. Adicionou-se à fase clorofórmica 15 gotas  
22 de ácido clorídrico a 1%, 2 ml de água e desprezando a fase clorofórmica, então  
23 adicionou-se 3 gotas do reagente de Dragendorff ou Mayer. A confirmação de  
24 presença de alcaloides se dá pela formação de precipitado insolúvel e floculoso.

25 Para o teste de flavonoides utilizaram-se dois tubos de ensaio, em um foi  
26 feita a adição 2 ml de o extrato de folhas preparado anteriormente e no outro  
27 tubo foi adicionado 2 ml de água destilada. Posteriormente foi adicionado cerca  
28 de 0,5 cm de magnésio em fita e 2 ml de ácido clorídrico concentrado. A presença  
29 de coloração de parda a vermelha na reação indica presença de flavonoides no  
30 extrato.

31 A presença de tanino foi determinada por dois testes, no primeiro, utilizou-  
32 se dois tubos de ensaio, em um dos tubos colocou-se 2 ml do extrato e no outro  
33 2 ml de água destilada. Adicionou-se aos tubos três gotas da solução alcoólica

1 de FeCl<sub>3</sub> (cloreto férrico) a 2%. A formação de precipitado de tonalidade azul ou  
2 verde indica a presença de taninos. No segundo teste, 1 ml do extrato foi  
3 colocado em um tubo de ensaio e adicionado 3 gotas de gelatina a 1%. A  
4 formação de precipitado aderindo-se a parede do tubo indica a presença de  
5 taninos, tornando a solução turva.

6        Para a determinação da presença de saponinas também foram utilizados  
7 dois tubos de ensaio, em um adicionou-se 2 ml do extrato e no outro 2 ml de  
8 água destilada. Aos tubos adicionou-se 2 ml de clorofórmio e 5 ml de água, e em  
9 seguida foram agitados por 5 minutos. A formação de espuma persistente por  
10 mais de 1 minuto indica a presença de saponina.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

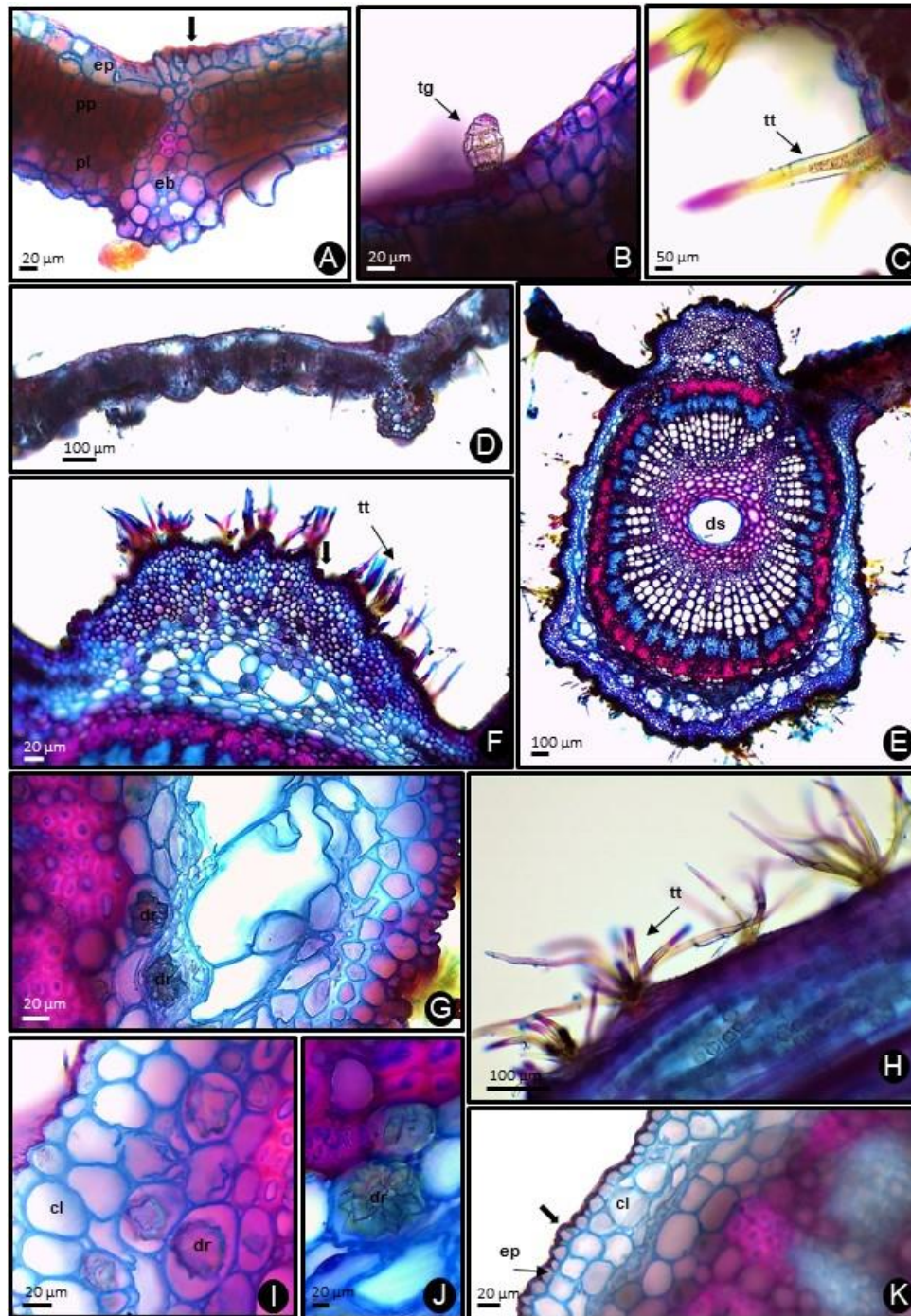
## 1 **Resultados**

### 2 Descrição Anatômica

3 Na descrição anatômica de folhas de *Apeiba tiborbou* nas secções  
4 transversais, observa-se lâmina foliar com cutícula delgada (Fig. 2- A). As células  
5 epidérmicas são volumosas revestidas por tricomas tectores (Fig. 2- C) e  
6 glandulares (Fig. 2- B). A epiderme é uniestratificada com mesofilo em  
7 organização dorsiventral (Fig. 2- A). Apresenta de uma a duas camadas de  
8 parênquima paliádico e parênquima lacunoso (Fig. 2- A). Observa-se  
9 ocorrência de extensões de bainha do feixe ao longo do mesofilo (Fig. 2- A, D),  
10 e sempre na epiderme acima e abaixo destas bainhas há presença de uma alta  
11 densidade de tricomas (Fig. 2-D).

12 Em secções transversais, a nervura principal apresenta cutícula espessa  
13 (Fig. 2) com grande quantidade de tricomas do tipo tectores (Fig. 2- E, F, H). O  
14 sistema vascular é do tipo colateral, formando um arco fechado, de formato em  
15 circunferência (Fig.2- E). É possível observar também que lacunas de ar na  
16 extremidade da nervura voltada para a face abaxial (Fig. 2- G). O centro da  
17 nervura apresenta um ducto secretor em corte longitudinal (Fig 2- E). No interior  
18 das células de colênquima encontra-se drusas (Fig 2-G, I, J).

19



1

2 **Figura 1.** Secções transversais da anatomia foliar da espécie *Apeiba tibourbou*  
 3 (Aubl.).

4 (A, B, C e D-mesofilo; E, F, G, H, I e J-nervura central). (a) extensão da bainha  
 5 no centro do mesofilo, (b) presença de tricoma do tipo glandular no mesofilo, (c)  
 6 tricoma do tipo tector no mesofilo, (d) vista transversal da bainha, (e) nervura  
 7 central, (f) densidade de tricomas na parte adaxial da nervura central, (g)  
 8 presença de drusas e lacunas de ar, (h) tricoma do tipo tector na nervura central,

1 (i) alta densidade de drusas nas células, (j) destaque de uma drusa no interior  
 2 da célula, (k) destaque da espessura da cutícula na nervura central.  
 3 **Abreviações:** (—►) Cutícula, (ep) epiderme, (pp) parênquima paliçádico, (pl)  
 4 parênquima lacunoso, (eb) extensão da bainha, (tg) tricoma glandular, (tt)  
 5 tricoma tector, (ds) ducto secretor, (dr) drusa, (cl) colênquima.

## 6 Análise Histoquímica e Fitoquímica

7 As análises realizadas possibilitaram a confirmação de presença ou  
 8 ausência dos grupos de metabólitos secundários com provável ação inseticida.  
 9 As análises histoquímicas e fitoquímicas apresentam resultados semelhantes.  
 10 Os resultados obtidos nos testes histoquímicos estão apresentados na Tabela 2.  
 11

12 **Tabela 2.** Resultado dos testes histoquímicos realizados nas folhas de *Apeiba*  
 13 *tibourbou*.

Metabólitos secundários	Reativo/ Teste	<i>Apeiba tibourbou</i>		
		Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3
Amidos	Lugol	+	+	+
Lipídios Totais	Sudan IV	+	+	+
Taninos	Vanilina clorídrica	+	+	+
Compostos Fenólicos	Cloreto de Ferro III	+	+	+
Alcaloides	Dragendorff	+	+	+
Mucilagens	Ácido tânico	+	+	+
Terpenoides	2,4 Dinitrofenilhidrazina	+	+	+
Lactonas Sesquiterpênicas	Ácido Sulfúrico	+	+	+

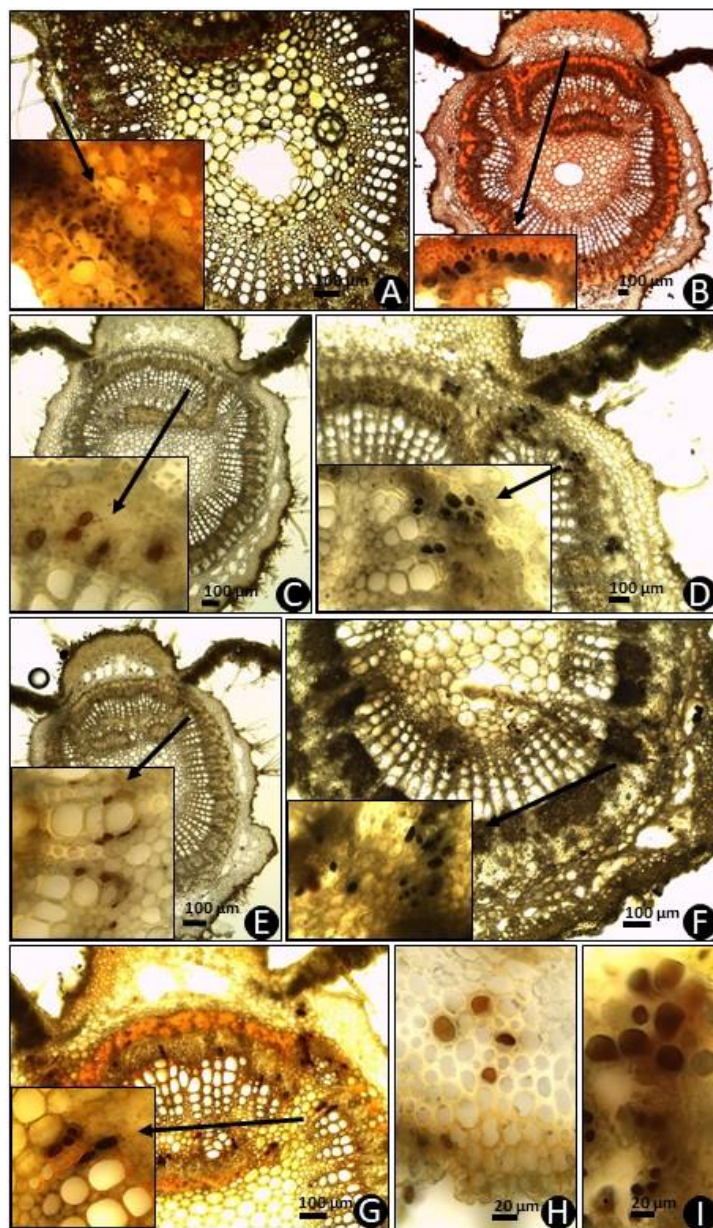
14 (+): Reação positiva; (-): Reação negativa.

15

16 Dos oitos testes histoquímicos realizados nas folhas de *Apeiba tibourbou*,  
 17 observou-se resultados positivos para todos (Tabela 2). Através destas análises  
 18 verificou-se a presença de amidos, lipídeos totais, compostos fenólicos,  
 19 alcaloides, mucilagens, terpenoides e lactonas sesquiterpênicas (Figura 1 A-I).



1



2

3 **Figura 2.** Resultados positivos nos testes histoquímicos realizados em *Apeiba*  
4 *tibourbou*.

5 (A) Amidos, (B) Lipídios totais, (C) Taninos, (D) Compostos fenólicos, (E)  
6 Alcaloides, (F) Mucilagens, (G) Terpenoides e (H e I) Lactonas sesquiterpênicas.

7

8 Os resultados dos testes fitoquímicos realizados com o extrato alcoólico  
9 das folhas de *Apeiba tibourbou* estão descritos na Tabela 3, onde é possível  
10 observar resultados positivos para alcaloides, saponinas e taninos.

1 **Tabela 3.** Resultados dos testes fitoquímicos realizados com extrato de folhas  
2 de *Apeiba tibourbou*.

Metabólitos secundários	Reagente	<i>Apeiba tibourbou</i>
Taninos	Gelatina/Cloreto de Ferro	+
Alcaloides	Dragendorff/Mayer	+/-
Flavonóides	Magnésio	-
Saponinas	Clorofómio	+

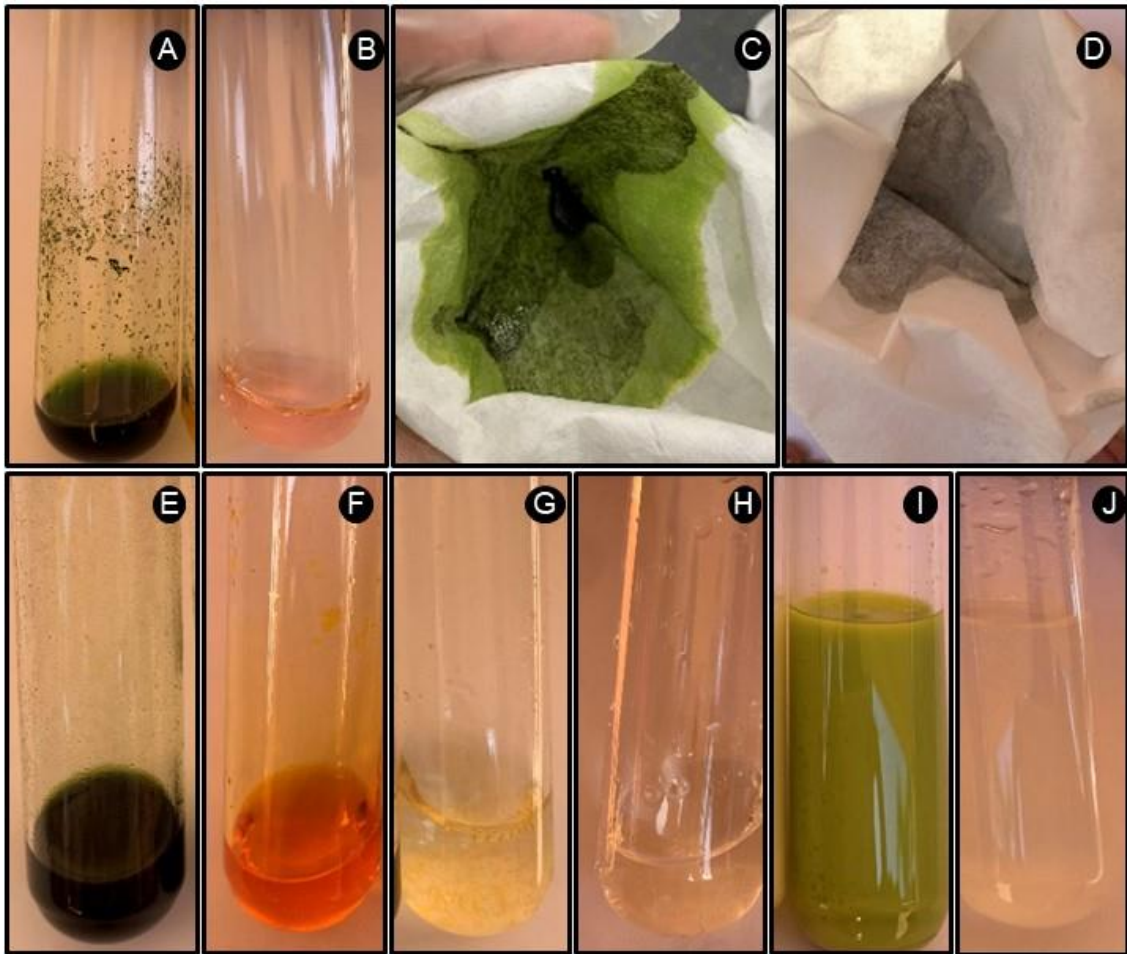
3 (+): Reação positiva; (-): Reação negativa.

4

5 Na Figura 3 (A-J) é possível observar as reações positivas e negativas  
6 nas análises fitoquímicas realizadas com o extrato de *Apeiba tibourbou*.

7

8



1

2 **Figura 3.** Resultados das análises fitoquímicas realizadas com o extrato de  
3 folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.).

4 (A) Taninos (gelatina), (B) testemunha, (C e D) Tanino (Cloreto de Ferro), (E)  
5 Alcaloides (Dragendorff), (F) testemunha, (G) Alcaloides (Mayer), (H)  
6 testemunha, (I) Saponinas e (J) testemunha.

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

## 1 **Discussão**

2 A espécie *Apeiba tibourbou* apresentou diversas características físicas  
3 que podem auxiliar como mecanismo de defesa físico, como por exemplo a  
4 presença de tricomas e cutícula espessa. O sistema de defesas físicas é  
5 considerado como atributo morfológico e anatômico (PEETERS, 2002).

6 Segundo Turner (1994) a cutícula é a camada lipídica de revestimento da  
7 epiderme, servindo como uma ligação física entre a planta e o ambiente, ela atua  
8 como uma barreira protetora que impede a penetração de fungos e insetos  
9 herbívoros em seus tecidos vitais. Cutículas espessas atuam como uma barreira  
10 mecânica reduzindo a palatabilidade, digestão e oviposição de alguns insetos  
11 (DOURADO et al., 2016).

12 *Apeiba tibourbou* possui alta densidade de tricoma em suas folhas. Os  
13 tricomas são apêndices epidérmicos, que desempenham várias funções, variam  
14 em tamanho e formato, sendo classificados como tectores ou glandulares  
15 (WAGNER, 1991). Os tricomas tectores auxiliam na proteção contra herbivoria  
16 e na redução da transpiração excessiva (LARCHER, 2004). Já os tricomas  
17 glandulares podem sintetizar metabólitos secundários com efeitos inseticidas e  
18 repelentes (PETER & SHANOWER, 1998).

19 É nítida a presença de oxalatos de cálcio nas folhas de *Apeiba tibourbou*,  
20 principalmente em formas de drusas, estes cristais desempenham diversas  
21 funções vitais no vegetal, tais como proteção contra o ataque de herbívoros e na  
22 regulação do estoque interno de cálcio ou oxalato, desintoxicação, equilíbrio  
23 iônico, suporte e rigidez de tecido (LARCHER, 2004). Segundo Korth et al. (2006)  
24 cristais de oxalato de cálcio podem causar efeito abrasivo no aparelho bucal de  
25 insetos mastigadores, atuando como barreira física.

26 A espécie apresenta estruturas físicas que desempenham um importante  
27 papel no mecanismo de defesa contra danos causados por insetos herbívoros.  
28 Pelas análises hitoquímicas e fitoquímicas da espécie *Apeiba tibourbou*, é  
29 possível verificar a presença de quase todos os metabólitos secundários  
30 avaliados nas análises com exceção do grupo de flavonoides.

31 Na classe dos compostos nitrogenados presentes na espécie os  
32 alcaloides possuem alta toxicidade ao metabolismo celular, podendo interferir no  
33 sistema nervoso (MELLO & SILVA-FILHO, 2002;), podem também prejudicar a

1 ação das enzimas digestivas devido sua ação antimicrobiana que afetam a  
2 atividade de microrganismos que colonizam o trato digestivo dos animais (SILVA  
3 et al., 2012). Dentro do grupo químico dos alcaloides, a nicotina é o principal  
4 alcaloide com característica inseticida conhecido, estando presente nas folhas  
5 do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (BIERMANN, 2009). Esta substância é  
6 absorvida por contato, afetando o sistema nervoso central de forma análoga à  
7 acetilcolina (hormônio neurotransmissor, atua como mensageiro entre as células  
8 nervosas), induzindo os insetos rapidamente à morte. Jacomini et al. (2016)  
9 avaliaram o efeito do extrato de tabaco no controle do besouro cascudinho,  
10 *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) de aviário, e  
11 associaram o resultado positivo da pesquisa a presença de alcaloides no extrato.

12 Outra classe de compostos secundários encontrados em *Apeiba*  
13 *tibourbou* é a dos terpenoides, que são hidrocarbonetos naturais, produzidos  
14 tanto por plantas como animais. Eles desempenham funções estruturais no  
15 metabolismo primário e secundário, podendo se apresentar como pequenas  
16 moléculas voláteis, hormônios e até mesmo como componentes estruturais  
17 celulares, incluem óleos essenciais, triterpenos, saponinas e glicosídeos  
18 cardioativos (KORTBEEK et al., 2019). O grupo de terpenos possui uma gama  
19 de funções importante no metabolismo das plantas podendo atuar como  
20 fitoalexinas, repelentes de insetos, agentes de atração polínica, agentes de  
21 defesa contra herbívoros, feromônios, inseticidas ou repelentes, moléculas de  
22 sinalização e aleloquímicos (AHARONI et al., 2005; BARBOSA & VEGA, 2017).

23 Através da análise fitoquímica foi possível detectar a presença de  
24 saponinas nas folhas de *Apeiba tibourbou*, que são classificadas como  
25 glicosídeos, possuem uma parte com características lipofílicas e outras  
26 hidrofílicas. Estas propriedades determinam a redução da tensão superficial da  
27 água devido sua ação detergente e emulsificante (BARBOSA; PIVELLO &  
28 MEIRELLES, 2008). Estes compostos podem agir como reguladores de  
29 crescimento nos insetos, causando distúrbios de duração nos estágios de  
30 desenvolvimento e podendo causar falhas no processo de ecdise (CHAIEB,  
31 2010). Segundo dados publicados por Deore & Khadabadi (2009), saponinas  
32 extraídas da planta *Chlorophytum borivilianum* Sant. et. Fernand apresentaram  
33 propriedade larvicida contra mosquitos das espécies *Anopheles stephensi*

1 Liston, *Culex quinquefasciatus* Say e *Aedes aegypti*. D'addabbo et al. (2011)  
2 sugerem que as saponinas presentes na espécie *Medicago sativa* L. são boas  
3 aliadas no controle natural de nematoides, sendo eficiente no controle da  
4 densidade populacional de *Xiphinema index*, *Meloidogyne incognita* e *Globodera*  
5 *rostochiensis*.

6 Outro composto dentro do grupo dos terpenos presente em *Apeiba*  
7 *tibourbou* são as lactonas sesquiterpênicas, que atuam em diversas atividades  
8 biológicas, incluindo atividades fitotóxicas, inseticida e fungicida (DUKE et al.,  
9 2000). Isman (1985), publicou que as lactonas sesquiterpênicas, constituintes  
10 naturais das Asteraceae são extremamente tóxicas para o gafanhoto migratório,  
11 *Melanoplus sanguinipes* (Fabricius) (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae),  
12 quando injetadas em seu sistema circulatório, causando ligeira redução na  
13 capacidade locomotora podendo levar uma paralisia total do inseto, o que por  
14 consequência leva à morte.

15 Observou-se também a presença de compostos fenólicos, este grupo é  
16 caracterizado pela presença de um grupo hidroxila funcional e um anel  
17 aromático. Por possuírem uma grande diversidade química desempenham  
18 funções variadas nos vegetais. Entre os compostos fenólicos estão as ligninas,  
19 flavonoides e os taninos (ÖZEKER, 1999). *Apeiba tibourbou* apresentou  
20 resultados positivos nos testes fitoquímicos e histoquímicos tanto para  
21 compostos fenólicos totais, como também para taninos. Os taninos são  
22 compostos que atuam no metabolismo de defesa contra insetos herbívoros,  
23 possuem sabor amargo característico, o que ocasionam adstringência e inibem  
24 a produção de enzimas digestivas (SALMINEN et al., 2011), provocando a  
25 redução da taxa de crescimento do inseto, reduzindo a probabilidade de  
26 sobrevivência deste indivíduo (MELLO & SILVA-FILHO, 2002).

27 Segundo Valotto et al. (2011) a presença de diterpeno e a fração rica em  
28 taninos catéquicos na espécie *Magonia pubescens* A.St.-Hil., provocaram a  
29 morte das larvas de *Aedes aegypti* através da destruição das células presentes  
30 no intestino médio. A presença de taninos também está relacionada com  
31 interações simbióticas com formiga, por exemplo (FRANCINO et al., 2006).

32 Dentre os compostos químicos presentes em *Apeiba tibourbou* foi  
33 também detectado a presença de mucilagens, essas substâncias podem

1 desempenhar diversas funções nas plantas como, proteção de estruturas e/ou  
2 órgãos em desenvolvimento, auxiliam na retenção de água, reserva de  
3 carboidratos, proteção contra radiação e herbivoria (MARTINI et al., 2003;  
4 PIMENTEL et al., 2011). Os lipídios também desempenham papel no  
5 metabolismo das plantas, eles são sintetizados quando o vegetal está sob  
6 estresse ambiental, assim os lipídeos exercem função de proteção, aumentando  
7 a taxa de sobrevivência do indivíduo (MUMTAZ, 2020). Outro composto  
8 fundamental na manutenção de processos químicos das plantas são os amidos,  
9 que atuam principalmente como fonte de energia (AMARAL et al., 2007).

10 *Apeiba tibourbou* apresenta abundância em substâncias secretoras,  
11 propriedades antioxidante, taninos e compostos fenólicos, como o ácido  
12 rosmarínico, utilizado popularmente como extrato medicinal para tratar  
13 enfermidades estomacais, processos inflamatórios, espasmos e afecções  
14 respiratórias (LASURE et al., 1994; SOUZA et al., 2012). A presença desses  
15 compostos químicos tem importância antimicrobiana e ainda agem combatendo  
16 o ataque de insetos herbívoros, formando uma barreira de proteção química  
17 (ROCHA, 2011).

18 Essas considerações confirmam a importância das investigações a  
19 respeito da composição química e física das plantas. As características  
20 presentes em *Apeiba tibourbou* foram encontradas em diversas espécies  
21 vegetais que são utilizadas como inseticidas naturais.

22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33

1 **Conclusões**

2           Analisando as características físicas e químicas da espécie *Apeiba*  
3 *tibourbou*, é possível observar atributos associados a resistência contra  
4 herbivoria.

5           A descrição anatômica aponta a presença de atributos associados a  
6 proteção contra herbivoria, como tricomas glandulares, tricomas tectores e  
7 oxalatos de cálcio.

8           As análises histoquímicas e fitoquímicas das folhas de *Apeiba tibourbou*  
9 determinam a presença de amidos, lipídios totais, compostos fenólicos,  
10 alcaloides, mucilagens, terpenoides e lactonas sesquiterpênicas.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33



## 1 Referências Bibliográficas

- 2 AHARONI, ASAPH; JONGSMA, MAARTEN, A.; BOUWMEESTER, HARRO J.  
3 Volatile science? Metabolic engineering of terpenoids in plants. **Trends in plant**  
4 **science**, v. 10, n. 12, p. 594-602, 2005.
- 5 AMARAL, L. I. V. D.; GASPAR, M.; COSTA, P. M. F.; AIDAR, M. P. M.;  
6 BUCKERIDGE, M. S. A new rapid and sensitive enzymatic method for extraction  
7 and quantification of starch in plant material. **Hoehnea**, v. 34, n. 4, p. 425-431,  
8 2007.
- 9 APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia**  
10 **vegetal**. 2. Ed. Viçosa: ed. UFV, 438p. 2006.
- 11 BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Allelopathic evidence in  
12 *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian cerrados.  
13 **Brazilian archives of biology and technology**, v. 51, n. 4, p. 625-631, 2008.
- 14 BARBOSA, L. T. C.; VEGA, M. R. G. Diterpenos do Gênero *Xylopi*a. **Revista**  
15 **Virtual de Química**, v. 9, n. 4, 2017.
- 16 BIERMANN, A. C. S.; STURZA, V. S.; ROSALINO, P. K.; PONCIO, S.  
17 DEQUECH, S. T. B. **Bioatividade de inseticidas botânicos sobre lagartas de**  
18 *Ascia monuste orseis* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE), **sob ação de contato**. VI  
19 EPCC CESUMAR – Paraná – Brasil ISBN 978-85-61091-05-7, 2009.
- 20 CHAIEB, I. Saponins as insecticides: a review. **Tunisian Journal of Plant**  
21 **Protection**, v. 5, n. 1, p. 39-50, 2010.
- 22 CONCEIÇÃO, L. de O.; AOYAMA, E. M. Anatomia e Histoquímica da Lâmina  
23 Foliar de Espécies conhecidas por Quebra Pedra (*Euphorbia prostrata* Aiton,  
24 *Euphorbia hyssopifolia* L., *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn e  
25 *Phyllanthus tenellus* Roxb.) **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s, v.18, n.2,  
26 p.571-581, 2016.
- 27 D'ADDABBO, T.; CARBONARA, T.; LEONETTI, P.; RADICCI, V.; TAVA, A.;  
28 AVATO, P.; Control of plant parasitic nematodes with active saponins and  
29 biomass from *Medicago sativa*. **Phytochemistry Reviews**, v. 10, n. 4, p. 503-  
30 519, 2011.
- 31 DE REZENDE, F. M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F. A.; DE CARVALHO, W. R. S.  
32 Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. **Recursos econômicos**  
33 **vegetais**. São Paulo. Instituto de Biociências. v. 93 p. 2016.
- 34 DOURADO, A. C. P.; SÁ-NETO, R. J.; GUALBERTO, S. A.; CORRÊA, M. M.  
35 Herbivoria e características foliares em seis espécies de plantas da Caatinga do  
36 nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Biociências**, n. 14, v. 3, p. 145-151.  
37 2016.
- 38 DUKE, S. O.; ROMAGNI, J. G.; DAYAN, F. E. Natural products as sources for  
39 new mechanisms of herbicidal action. **Crop Protection**, v. 19, n. 8-10, p. 583-  
40 589, 2000.

- 1 FRANCINO, D. M. T.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; SILVA, K. L. F.; THADEO,  
2 M.; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. Anatomia foliar e caulinar de  
3 *Chamaecrista trichopoda* (Caesalpinioideae) e histoquímica do nectário  
4 extrafloral. **Planta Daninha**, v. 24, p. 695-705, 2006.
- 5 FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto, SBG: CNPq. 2ed. 1992.
- 6 GANTER, P.; JOLLÉS, G. **Histologie normale et pathologique**. Paris:  
7 Gauthier. 1970.
- 8 GEISSMAN, T. A.; GRIFFIN, T. S. Sesquiterpen lactones: Acid-catalized color  
9 reactions as an in-structure determination. **Phytochemistry**, [S.l], v.10, p. 2475-  
10 2485, 1971.
- 11 GONZÁLEZ-ESQUIVEL, J.G.; CUEVAS-REYES, P.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ,  
12 A.; ÁVILA-CABADILLA, L.D.; ÁLVAREZ-AÑORVE, M.Y.; FAGUNDES, M.;  
13 MALDONADO-LÓPEZ, Y. Functional attributes of two Croton species in diferente  
14 successional stages of tropical dry forest: effects on herbivory and fluctuating  
15 asymmetry patterns. **Tropical Ecology**, v. 60, p. 238-251, 2019.
- 16 HERRERA, C. M. Seed dispersal by vertebrates. In: Carlos M.H., Pellmyr, O.  
17 (eds.) Plant–animal interactions: an evolutionary approach, **Blackwell**  
18 **Publishing**, p. 185-208. 2002.
- 19 HINMAN, E. D.; FRIDLEY, J. D.; PARRY, D. Plant efense against generalist  
20 herbivores in the forest understory: a phylogenetic comparison of native and  
21 invasive species. **Biological invasions**, v. 21, n. 4, 1269-128, 2019.
- 22 ISMAN, MURRAY B.; PROKSCH, PETER. Deterrent and insecticidal chromenes  
23 and benzofurans from *Encelia* (Asteraceae). **Phytochemistry**, v. 24, n. 9, p.  
24 1949-1951, 1985.
- 25 JACOMINI, D.; TEMPONI, L. G.; ALVES, L. F. A.; SILVA, E. A. A. D.; JORGE, T.  
26 C. M. Extrato de tabaco no controle do besouro cascudinho de aviário. **Pesquisa**  
27 **Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 680-683. 2016.
- 28 JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. MacGraw-Hill Book Company, New  
29 York. 1940.
- 30 KORTBEEK, R. W. J.; VAN DER GRAGT, M.; BLEEKER, P. M. Endogenous  
31 plant metabolites against insects. **European Journal of Plant Pathology**, v. 154,  
32 n. 1, p. 67-90, 2019.
- 33 KORTH, K. L.; DOEGE, S. J.; PARK, S. H.; GOGGIN, F. L.; WANG, Q.; GOMEZ,  
34 S. K.; LIU, G.; JIA, L.; NAKATA, P. A. *Medicago truncatula* mutants demonstrate  
35 the role of plant calcium oxalate crystals as an effective defense against chewing  
36 insects. **Plant Physiology**, v. 141, n. 1, p. 188-195, 2006.
- 37 KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia**  
38 **vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Universidade Rural, 1997.
- 39 LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Traduzido por Prado, C. H. B. A. RiMa  
40 Artes e textos, São Carlos, 2004.

- 1 LASURE, A.; VAN POEL, B.; PIETERS, L.; CLAYES, M.; GUPTA, M.; VANDEN  
2 BERGHE, VLIETINCK, A. Complemente inhibiting propertiers of *Apeiba*  
3 *tibourbou Aubl.* **Planta médica**, v. 60, p. 276-277, 1994.
- 4 LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de**  
5 **plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum,  
6 2000.
- 7 LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de**  
8 **plantas arbóreas do Brasil.** v. 1, 4 ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum,  
9 2002.
- 10 MACE, M. E.; HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed  
11 tannin precursor in root of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany**, v. 52,  
12 p. 2423-2426. 1974.
- 13 MARTINI, M. H.; LENCI, C. G.; TAVARES, D. Q. Mucilage pockets in cotyledon  
14 tissue of *Theobroma speciosum*. **Acta Microscopica**, v. 1, n. 1, p. 65-9, 2003.
- 15 MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental.** 3. ed. Fortaleza:  
16 Edições UFC, 150p. 2009.
- 17 MELO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interaction: an evolutionary arms  
18 race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant**  
19 **Physiology**, v. 14, p. 71-81, 2002.
- 20 MUMTAZ, F., ZUBAIR, M., KHAN, F.; NIAZ, K. Analysis of plants lipids. In:  
21 **Recent Advances in Natural Products Analysis**, p. 677-705, 2020.
- 22 OLIVEIRA, A. P.; GUIMARÃES, A. L.; PACHECO, A. G.; ARAÚJO, C. S.;  
23 OLIVEIRA, R. G.; LAVOR, É. M.; SILVA, M. G.; ARAÚJO, E. C. C.; MENDES, R.  
24 L.; ROLIM, L. A.; COSTA, M. P.; FARIAS, H. C. L.; PESSOA, C. DO Ó.; LOPES,  
25 N. P.; MARQUES, L. M. M.; ALMEIDA, J. R.; Estudo fitoquímico, atividade  
26 antimicrobiana e citotóxica de espécimes de *Leonotis nepetifolia* L. R. (Br).  
27 **Química Nova**, v. 39, p. 32-37, 2016.
- 28 ÖZEKER, ELMAS. Phenolic compounds and their importance. **Anadolu Ege**  
29 **Tarimsal Araştırma Enstitüsü Dergisi**, v. 9, n. 2, 1999.
- 30 PEARCE, J. A.; GALE, G. H. Geochemical evidence for the genesis and eruptive  
31 **Eological Survey Department**, p. 261-272. 1980.
- 32 PEETERS, P. J. Correlations between leaf structural traits and the densities of  
33 herbivorous insect guilds. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 77, n.  
34 1, p. 43-65, 2002.
- 35 PETER, A. J.; SHANOWER, T. G.; Plant glandular trichomes. **Resonance**, v. 3,  
36 n. 3, p. 41-45, 1998.
- 37 PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.; ROCHA, J. F. Estruturas secretoras de  
38 *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção.  
39 **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 253-262, 2011.

- 1 PIZZOLATO, T.D.; LILLIE, R.D. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for  
2 mucins. **The Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v. 21, p. 56-64.  
3 1973.
- 4 RAMALHO, C. W. N. A formação histórica da pesca artesanal: origens de uma  
5 cultura do trabalho apoiada no sentimento de arte e de liberdade. **Cadernos de**  
6 **Estudos Sociais**, v. 24, n. 2, p. 261-285. 2008.
- 7 RAMULA, S.; PAIGE, K. N.; LENNARTSSON, T.; TUOMI, J. Overcompensation:  
8 a 30-year perspective. **Ecology**, v. 100, n. 5, p. e02667, 2019.
- 9 ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.; Estruturas secretoras de  
10 mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição,  
11 caracterização morfoanatômica e histoquímica. **Acta Botanica Brasilica**, p.  
12 751-763, 2011.
- 13 SALMINEN, K. A.; MEYER, A.; JERABKOVA, L.; KORHONEN, L. E.;  
14 RAHNASTO, M; JUVONEN, R. O.; IMMINGB, P.; RAUNIO, H. Inhibition of  
15 human drug metabolizing cytochrome P450 enzymes by plant isoquinoline  
16 alkaloids. **Phytomedicine**, v. 18, n. 6, p. 533-538, 2011.
- 17 SILVA, B. L. R.; TAVARES, F. M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Composição  
18 florística do componente herbáceo de uma área de caatinga – Fazenda  
19 Tamanduá, Paraíba, Brasil. **Revista De Geografia**, v. 29, p. 54-64, 2012.
- 20 SOLER, R.; HARVEY, J. A.; KAMP, A. F.; VET, L. E.; VAN DER PUTTEN, W. H.;  
21 VAN DAM, N. M.; STUEFER, J. F.; RIETA GOLS, R.; HORDIJK, C. A.; MARTIJN  
22 BEZEMER, T. Roxina et al. Root herbivores influence the behaviour of an  
23 aboveground parasitoid through changes in plant-volatile signals. **Oikos**, v. 116,  
24 n. 3, p. 367-376, 2007.
- 25 SOUZA, S. M. M.; MORAES, C. S. S.; COUTO, R. O.; GIL, E. S.; FONSECA, Y.  
26 M.; CONCEIÇÃO, E. C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou* Abl.  
27 (Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of**  
28 **Pharmacy Research**, v. 5, n. 3, p. 1414-1417, 2012.
- 29 SVENDSEN, B. A.; VERPOORTE, R. **Cromatografia de alcaloides**, parte A:  
30 cromatografia em camada fina. Amsterdã, Oxford, Tóquio: Elsevier. 1983.
- 31 TURNER, I. M. Sclerophylly: primarily protective? **Functional ecology**, v. 8, n.  
32 6, p. 669-675, 1994.
- 33 VALOTTO, C. F. B.; SILVA, H. H. G. D.; CAVASIN, G.; GERIS, R.; RODRIGUES  
34 FILHO, E.; SILVA, I. G. D. Alterações ultraestruturais em larvas de *Aedes aegypti*  
35 submetidas ao diterpeno labdano, isolado de *Copaifera reticulata*  
36 (Leguminosae), e à uma fração rica em taninos de *Magonia pubescens*  
37 (Sapindaceae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44,  
38 p. 194-200, 2011.
- 39 VAN VELZEN, E.; ETIENNE, R.S. The importance of ecological costs for the  
40 evolution of plant defense against herbivory'. **Journal of Theoretical Biology**, v.  
41 372, p. 89-99. 2015.

1 WAGNER, G. J. Secreting glandular trichomes: more than just hairs. **Plant**  
2 **physiology**, v. 96, n. 3, p. 675-679, 1991.

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23

**2.2. POTENCIAL INSETICIDA DE EXTRATOS DE FOLHAS DE *Apeiba tibourbou* (Aubl.) NO CONTROLE DE *Aphis craccivora* Koch (HEMIPTERA: APHIDIDAE).**

1 **Resumo** – (2.2. Potencial inseticida de extratos de folhas de *Apeiba tibourbou*  
2 (Aubl.) no controle de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). *Aphis*  
3 *craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), conhecido popularmente como pulgão  
4 preto ou pulgão do feijão guandu, é considerado um importante inseto-praga.  
5 Devido a seu hábito alimentar podem injetar toxinas nas nervuras das plantas,  
6 causando o encarquilhamento, deformação de novas brotações e transmitir  
7 doenças fitopatogênicas, que prejudicam o processo de fotossíntese na planta.  
8 Para um controle eficiente atualmente é recomendado o uso de produtos  
9 químicos sintéticos, que causam impactos negativos ao meio ambiente. Para  
10 minimizar esses impactos negativos tem se difundido o uso de inseticidas  
11 botânicos nos programas de manejo de pragas. Desta forma o objetivo do  
12 presente estudo é avaliar a taxa de sobrevivência de indivíduos de *Aphis*  
13 *craccivora* após a aplicação de extratos de folhas de *Apeiba tibourbou*. Os  
14 bioensaios foram realizados com pulgões adultos provenientes de infestação  
15 natural na espécie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunthe x Walp. (Fabaceae), após a  
16 coleta foram colocados em placa de petri contendo um disco de papel toalha,  
17 uma folha de *Gliricidia sepium* e um chumaço de algodão umedecido com água  
18 destilada, para cada repetição utilizou-se 10 indivíduos, após a montagem nas  
19 placas, foi aplicado 0,2 mm do extrato hidroalcolico e aquoso sobre os pulgões  
20 nas concentrações de 2,5%; 5,0%; 7,5% e 10,0%, e ainda foi utilizado o  
21 tratamento testemunha (água destilada). Os extratos aquoso e hidroalcolico de  
22 folhas de *Apeiba tibourbou* influenciaram de maneira negativa a taxa de  
23 sobrevivência de *Aphis craccivora*, causando uma diminuição significativa na  
24 sobrevivência dos indivíduos.

25

26 **Palavras-chave:** Bioinseticidas. Pulgões. Afídeos. Pente de Macaco.

27

28

29

30

## 1 **Introdução**

2 *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), é um importante inseto-  
3 praga pois causa significativos danos econômicos em diferentes culturas. É  
4 conhecido popularmente como pulgão-preto do feijoeiro, por causar grande  
5 impacto negativo nas culturas do feijão caupi/feijão de corda (*Vigna unguiculata*  
6 (L.) Walp.), e de fava (*Vicia faba* L.) (RABELO & BLEICHER, 2014).

7 Os pulgões estão associados geralmente as espécies da família  
8 Fabaceae, porém são considerados insetos cosmopolitas e polípagos (AVELINO  
9 et al., 2019). Leite et al. (2017) publicaram o primeiro relato dos danos causados  
10 por *Aphis craccivora* em espécies do gênero *Catasetum* (Orchidaceae), podendo  
11 influenciar significativamente na comercialização de plantas ornamentais. Sturza  
12 et al. (2011) relataram o registro de *Aphis craccivora* em plantas daninhas no  
13 município de Santa Maria (Rio Grande do Sul), afirmando que a presença destes  
14 indivíduos em áreas adjacentes a plantios apresenta um risco a outras espécies  
15 cultivadas, podendo causar prejuízo econômico aos produtores.

16 Os danos causados por *Aphis craccivora* são provocados durante o  
17 processo de alimentação. O inseto ao injetar os estiletos do seu aparelho bucal,  
18 picador-sugador, para se alimentar libera toxinas na planta, podendo também  
19 transmitir doenças fitopatogênicas (BLACKMAN & EASTOP, 2007). A presença  
20 de uma câmara filtro no trato digestivo que elimina o excesso de líquido sugado  
21 durante a alimentação deste grupo de insetos, permite a contínua sucção de  
22 seiva do indivíduo atacado (CAMARGO et al., 2011). E esta sucção contínua de  
23 seiva dá origem a uma grande quantidade de substância excretada pelos afídeos  
24 chamada de honey dew (orvalho de mel/ melada), facilitando o estabelecimento  
25 do fungo *Capnodium* sp. que se desenvolve nas folhas, prejudicando o processo  
26 de fotossíntese e a respiração da planta, causando o enfraquecimento dos  
27 órgãos atacados (ABDALLAH et al., 2016).

28 Por possuir ciclo de vida curto e alta capacidade reprodutiva  
29 principalmente em climas favoráveis, torna difícil o manejo destes insetos-praga.  
30 O principal meio de controle deste grupo são os produtos químicos, pertencentes  
31 aos grupos químicos dos neonicotinóides, butenolidas e piretróides (AGROFIT,  
32 2021). O uso contínuo de produtos fitossanitários químicos pode causar  
33 impactos negativos tanto para os humanos, animais e ao meio ambiente,



1 provocando envenenamentos, contaminação do lençol freático, morte de  
2 agentes polinizadores, e pode tornar-se ineficiente, com os mecanismos de  
3 resistência desenvolvido pelas pragas (ROTHER, 2018). Para minimizar esses  
4 impactos negativos tem se difundido a pesquisa e o uso de produtos menos  
5 agressivos ao meio ambiente como os inseticidas botânicos nos programas de  
6 manejo de pragas (FIGUEIREDO et al., 2019)

7       Produtos extraídos de plantas são a base de muitos pesticidas  
8 comercializados atualmente por todo o mundo. Sendo que essas substâncias  
9 naturais podem ser utilizadas como um modelo para a síntese química no  
10 desenvolvimento de novos produtos fitossanitários (DUKE et al., 2000). Neste  
11 sentido pesquisas envolvendo produtos fitossanitários de origem vegetal tem se  
12 intensificado, pois estes produtos possuem fácil degradação, tem menor  
13 possibilidade de os insetos-praga desenvolverem resistência e causam menor  
14 impacto ambiental (DUKE et al., 2002).

15       A ação fitossanitária das plantas se deve ao fato destas produzirem  
16 compostos metabólicos que agem como defensores naturais, com potencial  
17 herbicida, inseticida e fungicida. Essas substâncias são chamadas de  
18 metabólitos secundários e apresentam muitas variações em suas estruturas.  
19 São características genéticas que podem ser afetadas por fatores bióticos e  
20 abióticos influenciando diretamente na quantidade que cada planta produzirá.  
21 Esses metabólitos são encontrados em raízes, caules, folhas, flores, cascas,  
22 frutos, podendo variar de uma espécie para outra, e desempenham uma função  
23 defensiva, inibindo a ação de insetos predadores (ISMAN, 2006).

24       Há muitas espécies vegetais com propriedades inseticidas que vem sendo  
25 estudadas ao longo dos anos. As plantas das famílias Meliaceae, Rutaceae,  
26 Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae estão sendo classificadas  
27 com as mais promissoras (VIEGAS-JÚNIOR, 2003). No entanto considerando a  
28 diversa flora existente no Brasil nos diferentes biomas, há um grande número de  
29 espécies que podem ter potencial para utilização como inseticidas, como *Apeiba*  
30 *tibourbou* (Aubl.).

31       A espécie *Apeiba tibourbou* pertence à família Malvaceae, possui em suas  
32 folhas características morfo-anatômicas que atuam como barreira física ou  
33 química contra danos causado por herbívoros (BARROS et al., 2017). Esta

1 espécie possui ampla ocorrência em regiões tropicais das Américas do Sul e  
2 Central, sendo conhecida pelos nomes populares pente de macaco, pau de  
3 jangada e pau de balsa (LORENZI, 2000; RAMALHO, 2008).

4 Análises fitoquímicas e histoquímicas realizadas em folhas da espécie  
5 *Apeiba tibourbou* detectaram a presença de compostos químicos secundários  
6 com propriedades inseticidas como compostos fenólicos, taninos, alcaloides e  
7 saponinas. Desta forma o objetivo do presente estudo é avaliar a taxa de  
8 sobrevivência de indivíduos de *Aphis craccivora* após a aplicação de extratos de  
9 folhas de *Apeiba tibourbou*.

10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33

## 1 **Material e Métodos**

2 O experimento foi realizado no laboratório da Madeira do Ceptam (Centro  
3 de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional), da Universidade do Estado  
4 de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT. Para obtenção dos extratos das  
5 folhas de *Apeiba tibourbou* (Aubl.) foram realizadas coletas de materiais vegetais  
6 nos meses de maio e junho de 2021 no período vespertino no município de Alta  
7 Floresta-MT (56°3'43,972" W; 9°57'1,312" S). Foi encaminhada uma amostra do  
8 material coletado ao Herbário da Amazônia Meridional, Campus de Alta Floresta-  
9 MT, para confirmação de sua identificação (n° 26595).

10 Após as coletas o material vegetal passou por um processo de  
11 desidratação em estufa com circulação forçada de ar a 45°C por 72 horas, e  
12 posteriormente foi triturado em moinho de facas tipo Willey. Para preparação do  
13 extrato aquoso foram adicionadas 50g do material vegetal moído em 500 ml de  
14 água destilada em temperatura ambiente. Já para o extrato hidroalcolico foi  
15 adicionado 50g do material moído em 150ml de água destilada mais 350ml de  
16 álcool absoluto, correspondendo à concentração de 10%. A partir desta  
17 concentração foram realizadas as demais concentrações com diluição em água  
18 destilada.

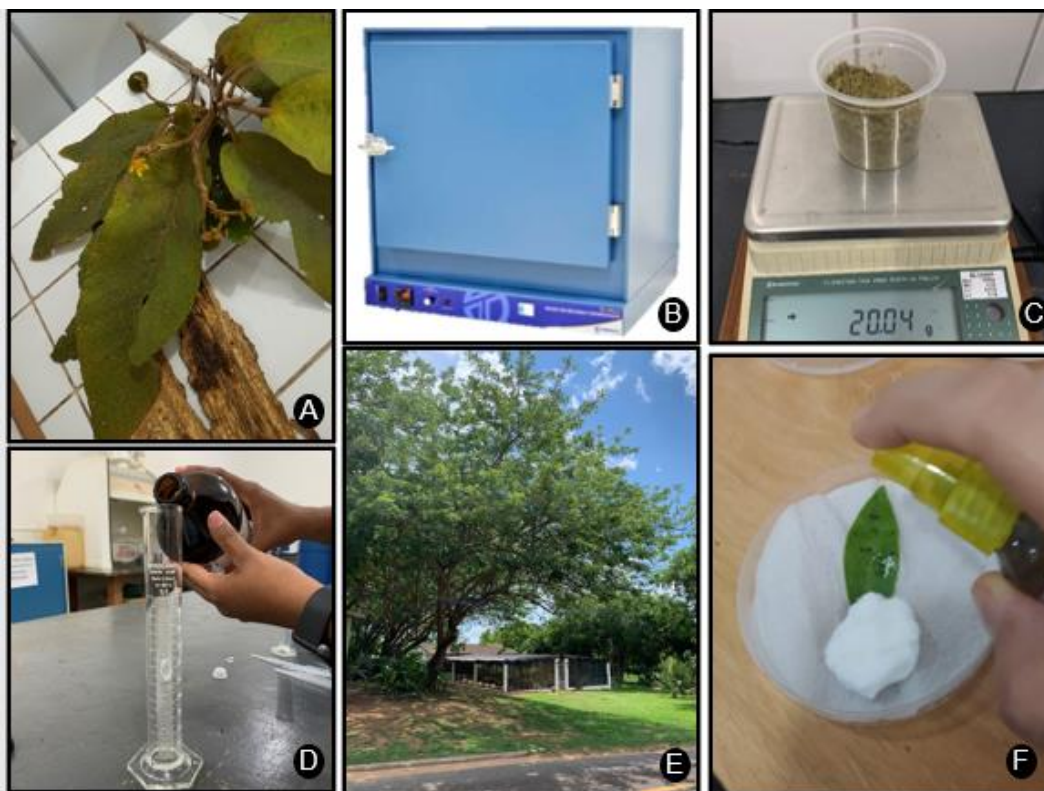
19 As soluções foram armazenadas em vidros embalados com papel  
20 alumínio para proteção da luz, permanecendo em repouso em temperatura  
21 ambiente por um período de 72 horas, posteriormente, filtradas e novamente  
22 armazenadas em recipientes fechados, mantidos sob refrigeração e ao abrigo  
23 da luz, até serem utilizadas. O extrato hidroalcolico foi submetido a evaporação  
24 em estufa a 45°C, por 72 horas.

25 Os bioensaios foram realizados com pulgões adultos coletados de  
26 infestação natural na espécie florestal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunthe x Walp.  
27 (Fabaceae). Após a coleta os indivíduos foram separados e transferidos em  
28 grupos de 10 por repetição. Nas placas de petri foi adicionada uma camada de  
29 papel filtro, e folhas higienizadas de *Gliricidia sepium* e um chumaço de algodão  
30 umedecido com água destilada no pecíolo para evitar o ressecamento das folhas  
31 durante o experimento (Figura 1).

32 Com um pincel de cerdas finas os pulgões foram colocados na parte  
33 superior das folhas, realizando posteriormente a aplicação tópica dos extratos

1 com auxílio de um borrifador manual. Aplicou-se aproximadamente 0,2 mm de  
2 extrato sobre os pulgões nas concentrações de 2,5, 5,0, 7,5 e 10,0%. Realizou-  
3 se ainda a preparação de um tratamento testemunha, onde foi realizada a  
4 aplicação tópica de 0,2 mm de água destilada com o auxílio do borrifador manual.

5 As placas contendo os pulgões foram vedadas com plástico filme de PVC  
6 e acondicionadas em câmara B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) com  
7 temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. O estudo foi conduzido em  
8 delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento. O  
9 experimento foi repetido três vezes e para a análise do potencial inseticida dos  
10 extratos, utilizou-se os dados dos três experimentos. Avaliou-se a taxa de  
11 sobrevivência nos períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a aplicação dos  
12 extratos. As placas eram abertas e os indivíduos recebiam estímulos motores  
13 para confirmação de sua sobrevivência, realizando a retirada dos indivíduos  
14 mortos. Na Figura 1 (A-F) pode-se observar a execução das etapas da  
15 metodologia desenvolvida no presente estudo.



1  
2 **Figura 1.** Etapas da metodologia para a implantação dos bioensaios com  
3 aplicação dos extratos de *Apeiba tibourbou* em *Aphis craccivora*.

4 (A) armazenamento do material coletado em laboratório, (B) estufa com  
5 circulação de ar forçada para secagem do material, (C) material seco e triturado,  
6 (D) medição do álcool absoluto para preparação do extrato alcoólico, (E) ponto  
7 de coleta dos indivíduos de *Aphis craccivora*, (F) Aplicação do extrato nos  
8 indivíduos de *Aphis craccivora*.

9 Para a análise dos dados, foi utilizado o software R versão 4.0.5 (R Core  
10 Team, 2021), com auxílio do pacote *survival* para realizar a análise de  
11 sobrevivência. Esse tipo de análise tem o objetivo de analisar dados em que a  
12 variável resposta é o tempo até que ocorra o evento de interesse (COLOSIMO;  
13 GIOLO, 2006), que no caso desse estudo é a morte do pulgão. Segundo os  
14 mesmos autores, nesse processo é comum observar dados incompletos,  
15 chamados de censura. No caso em estudo, foi observado a censura tipo I (a  
16 direita), em que após um período determinado de 120 horas registrou pulgões  
17 sobreviventes (falha).

18 As curvas de sobrevivências para cada tratamento foram obtidas por meio  
19 do estimador de “Kaplan-Meier”, a partir das porcentagens de indivíduos vivos

1 por dia. Tal estimador permite observar a probabilidade de sobrevivência do  
2 grupo em estudo (LLORCA, RODRIGUEZ, 2004). Os resultados foram  
3 analisados estatisticamente pelo teste não paramétrico “log-rank”. Utilizou-se a  
4 correção de Bonferroni, sugerida por Colismo & Giolo (2006), adotando o nível  
5 de significância de  $\frac{\alpha}{nc} = 0,05/10 = 0,005$ , sendo 10 o número de comparações  
6 entre os tratamentos (dois a dois). Os resultados das curvas de sobrevivências  
7 dos indivíduos expostos aos extratos foram comparados também aos resultados  
8 dos indivíduos que receberam o tratamento testemunha (água destilada).

9 Para organização e tabulação dos dados foi utilizado o software Excel  
10 2019 (Microsoft), seguindo a estrutura para análise de sobrevivência:  
11 tratamentos, repetições, indivíduo, tempo (hora da morte), e a censura. O evento  
12 de interesse da análise para o presente estudo é a mortalidade dos indivíduos  
13 de *Aphis craccivora*, os indivíduos que não atingiram a mortalidade dentro das  
14 120 horas de avaliação foram censurados. O tempo aproximado da mortalidade  
15 de 50% dos indivíduos foi utilizado como um comparativo da dose letal a 50% da  
16 população (LC<sub>50</sub>), a qual é usual nesse tipo de análise e, é na verdade um  
17 comparativo entre tratamentos, visto que no caso em estudo, o tratamento que  
18 obtiver a morte de 50% da população primeiro é considerado mais eficiente.

19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

## 1 Resultados

2 Os dados de tempo médio de sobrevivência de *Aphis craccivora*  
3 submetidos a diferentes concentrações do extrato aquoso e hidroalcoólico de  
4 *Apeiba tibourbou* encontram-se nas Tabelas 1 e 2 respectivamente. Os  
5 resultados dos tratamentos foram comparados entre si para constatar se houve  
6 diferença significativa entre as diferentes concentrações.

7 Na Tabela 1 pode-se observar os dados do tempo médio de sobrevivência  
8 dos indivíduos de *Aphis craccivora* submetidos a diferentes concentrações do  
9 extrato aquoso de *Apeiba tibourbou*. As médias de T2, T3, T4 e T5 diferenciaram  
10 estatisticamente, tendo como menor tempo médio o tratamento com maior  
11 concentração 10% (85,84 horas).

12 **Tabela 1.** Tempo médio de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidos a  
13 diferentes concentrações do extrato aquoso de *Apeiba tibourbou*, durante 120  
14 horas.

Tratamentos	Tempo (horas) <sup>1</sup>	±	σ (Desvpad) <sup>2</sup>	
T1 (0%)	98	±	6.85	a
T2 (2,5%)	94.32	±	9.95	a
T3 (5,0%)	88	±	10.92	b
T4 (7,5%)	91.6	±	13.91	b
T5 (10%)	85.84	±	14.02	c

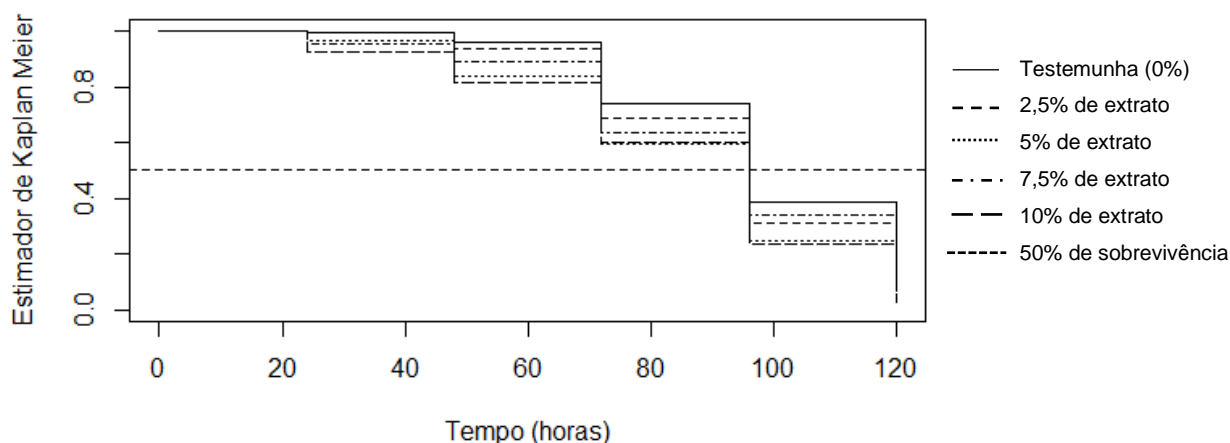
15 <sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de log-rank a  $\frac{\alpha}{nc} =$   
16 0,005 de probabilidade (nc – número de comparações).

17 <sup>2</sup>Desvio padrão da média

18 As curvas de sobrevivência obtidas pelo estimador de Kaplan-Meier para  
19 as diferentes concentrações do extrato aquoso de *Apeiba tibourbou* mostram  
20 que os resultados obtidos no tratamento testemunha e da concentração de 2,5%  
21 diferenciou-se significativamente das demais concentrações, apresentando  
22 níveis superiores nas curvas de sobrevivência (Figura 2). A comparação entre  
23 as curvas pelo teste de long-rank (Tabela 1) demonstra que não há diferença  
24 significativa entre os tratamentos 5,0 e 7,5%. Tendo uma diminuição na curva de  
25 sobrevivência mais acentuada no tratamento de 10%.

26 Nota-se um efeito gradativo, quanto maior a concentração e maior o  
27 tempo de exposição ao extrato aquoso de *Apeiba tibourbou* menor a taxa de  
28 sobrevivência de *Aphis craccivora*. É possível observar na Figura 2 que 50% dos

1 indivíduos submetidos aos diferentes tratamentos alcançaram mortalidade no  
 2 período aproximado de 96 horas.



3  
 4 **Figura 2.** Curvas de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidos ao bioensaio  
 5 de exposição a diferentes concentrações do extrato aquoso de folhas de *Apeiba*  
 6 *tibourbou*.

7 Com os dados de tempo médio de sobrevivência dos indivíduos de *Aphis*  
 8 *craccivora* submetidos a diferentes concentrações do extrato hidroalcolico de  
 9 *Apeiba tibourbou* presentes na Tabela 2 é possível observar que houve uma  
 10 diferença significativa entre os tratamentos com diferentes concentrações do  
 11 extrato hidroalcolico de *Apeiba tibourbou*.

12 **Tabela 2.** Tempo de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidas as diferentes  
 13 concentrações do extrato hidroalcolico de *Apeiba tibourbou*, durante 120 horas.

Tratamentos	Tempo (horas) <sup>1</sup>	±	σ (Desvpad) <sup>2</sup>	
T1 (0%)	99.92	±	8.21	a
T2 (2,5%)	89.44	±	27.12	b
T3 (5,0%)	67.2	±	25.05	c
T4 (7,5%)	68.56	±	32.04	c
T5 (10%)	47.13	±	22.82	d

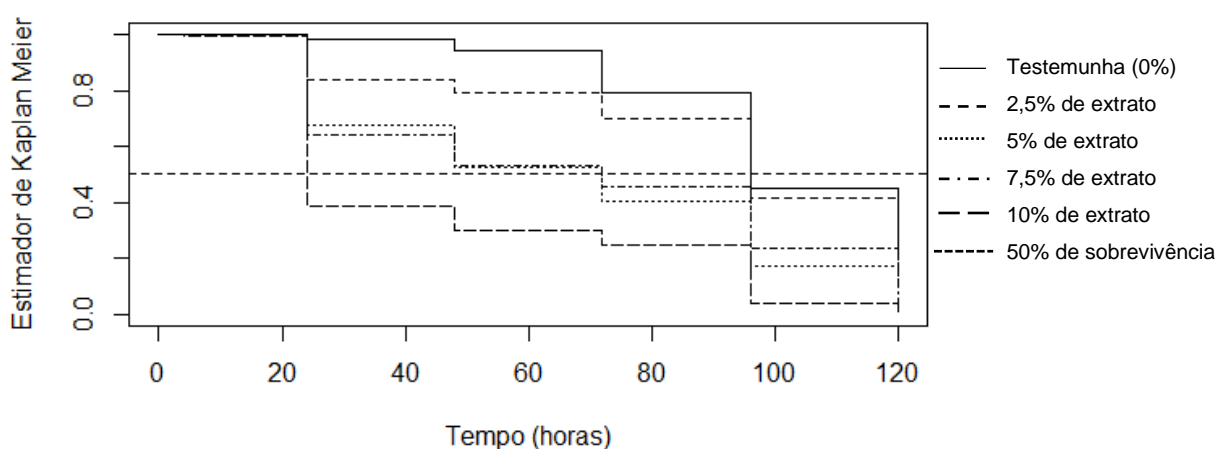
14 <sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de log-rank a  $\frac{\alpha}{nc} =$   
 15 0,005 de probabilidade (nc – número de comparações).

16 <sup>2</sup>Desvio padrão da média

17 A comparação entre as curvas de sobrevivência pelo teste de log-rank  
 18 (Tabela 2) indica que a taxa de sobrevivência de indivíduos de *Aphis craccivora*



1 submetidos ao extrato hidroalcoólico de *Apeiba tibourbou* diferenciaram-se  
2 significativamente entre todas as concentrações. A curva (Figura 2) pertencente  
3 ao tratamento testemunha esteve em todos os horários avaliados acima das  
4 demais concentrações, pode-se observar que a curva do tratamento com a  
5 concentração de 10% destacou-se com a menor taxa de sobrevivência, os  
6 indivíduos deste tratamento tiveram uma diminuição da taxa de sobrevivência  
7 significativa nas primeiras horas de avaliação.



8  
9 **Figura 3.** Curvas de sobrevivência de *Aphis craccivora* submetidos ao bioensaio  
10 de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de *Apeiba*  
11 *tibourbou*.

12 Os extratos hidroalcoólicos alcançaram mortalidade de 50% dos  
13 indivíduos nas primeiras 48 horas, com concentrações inferiores aos extratos  
14 aquosos, e os extratos hidroalcoólicos apresentaram resultados mais  
15 promissores, provocando diminuição significativa nas curvas de sobrevivência  
16 dos indivíduos de *Aphis craccivora* quando comparados aos resultados obtidos  
17 nas curvas de sobrevivência do extrato aquoso.

18  
19  
20  
21

## 1 **Discussão**

2 Os resultados dos bioensaios com extratos aquoso e hidroalcólico de  
3 *Apeiba tibourbou* apresentam uma diminuição na taxa de sobrevivência de *Aphis*  
4 *craccivora*. Observou-se que o extrato hidroalcólico apresentou diferença  
5 superior em todas as curvas de sobrevivência avaliadas, mostrando-se um  
6 aliado promissor no controle de *Aphis craccivora*.

7 Analisando os resultados da taxa de sobrevivência de indivíduos de *Aphis*  
8 *craccivora* submetidos aos extratos aquoso e hidroalcólico de *Apeiba tibourbou*  
9 constata-se que há uma diminuição gradativa na taxa de sobrevivência dos  
10 indivíduos. Nos resultados obtidos através das curvas de sobrevivência  
11 estimadas por Kaplan-Maier quanto mais alto o valor da curva de sobrevivência  
12 menor é a taxa de mortalidade.

13 As curvas de sobrevivências foram comparadas dentro de cada  
14 tratamento para cada extrato, nota-se que houve diferença entre as curvas.  
15 Fazendo uso da correção de Bonferroni, sugerida por Colosimo & Giolo (2006),  
16 foi adotado o nível de significância de  $0,05/10=0,005$ , sendo 10 o número total  
17 de comparações (nc) dois a dois entre os cinco tratamentos. Estes resultados  
18 podem estar associados a presença de compostos químicos que atuam como  
19 mecanismo de defesa contra herbivoria. No Capítulo 1 pode-se verificar em  
20 *Apeiba tibourbou* a presença de compostos fenólicos, alcaloides, mucilagens,  
21 terpenoides e lactonas sesquiterpênicas que possuem potencial inseticida.

22 A análise das diferentes concentrações permitiu verificar que o bioensaio  
23 com extrato aquoso proporcionou maiores taxas de sobrevivência aos indivíduos  
24 de *Aphis craccivora* em comparação aos resultados obtidos com os indivíduos  
25 submetidos ao extrato hidroalcólico. Isto se deve ao tipo de solvente utilizado  
26 na extração dos compostos químicos presentes no material vegetal. Segundo  
27 Brandão & Tamayose (2020), a escolha do tipo de solvente utilizado no processo  
28 de extração dos compostos químicos presentes na planta é primordial devido  
29 sua polaridade, fazendo-se necessário o conhecimento dos níveis de polaridade  
30 das substâncias desejadas na extração.

31 Neste estudo, o extrato aquoso apresentou sobrevivência média de 85,84  
32 horas para a concentração de 10%. Marcomini et al. (2009) avaliaram a  
33 mortalidade de indivíduos adultos de *Alphitobius diaperinus*, Panzer (Coleoptera,

1 Tenebrionidae) submetidos a extratos vegetais preparados com diferentes  
2 solventes, e verificaram que o extrato aquoso não apresentou efetivo no controle.

3 Testando o efeito do extrato aquoso de folhas do algodoeiro no controle  
4 de *Aphis craccivora*, Viera et al. (2019), observaram uma taxa de mortalidade  
5 que variou de 5,94 a 30,12%, concluindo que o extrato aquoso teve uma baixa  
6 eficiência no controle de *Aphis craccivora*. Constataram que as plantas de  
7 melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), se tornam menos atrativas à mosca-branca  
8 (*Bemisia tabaci*) após serem submetidas a pulverização do extrato aquoso de  
9 *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae). Os diferentes resultados obtidos nos  
10 referentes estudos estão associados as espécies avaliadas, concentração dos  
11 extratos e o tipo de preparação dos mesmos, pois pode-se atribuir a composição  
12 de substâncias com propriedades inseticidas de cada espécie.

13 Os resultados obtidos com os extratos hidroalcoólicos podem ser  
14 atribuídos a polaridade do solvente alcoólico utilizado para extração das  
15 propriedades metabólicas presente no material vegetal utilizado para a  
16 preparação do extrato. Da Costa et al. (2021) publicaram que solventes polares  
17 como Acetona PA, álcool etílico 70% demonstram maiores valores obtidos na  
18 extração de compostos fenólicos. Segundo Andreo & Jorge (2006) o tipo de  
19 solvente e a forma de extração são fatores determinantes na extração dos  
20 metabólitos secundários, recomendando ser selecionado um método mais  
21 adequado para cada tipo de composto.

22 O extrato hidroalcoólico apresentou uma redução significativa nas curvas  
23 de sobrevivências obtidas pelo estimador de Kaplan-Maier, tendo como o menor  
24 tempo médio de sobrevivência 47,13 horas para a concentração de 10%, sendo  
25 a maior concentração avaliada, alcançando sobrevivência de 50% nas primeiras  
26 48 horas de exposição aos extratos. Lopes et al. (2019) observaram que os  
27 indivíduos de *Spodoptera cosmioides* (Walker), *Spodoptera frugiperda* (Smith) e  
28 *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), submetidos aos  
29 extratos etanólicos de folhas e cascas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.)  
30 apresentam efeitos negativos nas diferentes fases biológicas dos indivíduos,  
31 causando uma redução eficiente na taxa de sobrevivência dos mesmos.  
32 Segundo Da Silva-Bandeira et al. (2017) os extratos hidroalcoólicos de folhas de  
33 *Annona montana* Macfad apresenta alta toxicidade ( $LC_{50}=7,69\%$ ), apresentando

1 mortalidade de 78% dos indivíduos de *Aphis craccivora* submetidos a  
2 concentração de 15% do extrato.

3 Os extratos hidroalcoólicos de folhas de *Apeiba tibourbou* alcançaram  
4 mortalidade de 50% dos indivíduos com concentrações inferiores e períodos aos  
5 extratos aquosos, e os extratos das hidroalcóolicos apresentaram resultados  
6 mais promissores

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

1 **Conclusões**

2 Os extratos aquoso e hidroalcólico de folhas de *Apeiba tibourbou*  
3 influenciaram de maneira negativa a taxa de sobrevivência de *Aphis craccivora*.

4 Constatou-se diminuição gradativa na taxa de sobrevivência com o  
5 aumento da concentração e do tempo de exposição ao extrato. Tendo como  
6 menor tempo médio de sobrevivência de *Aphis craccivora* o extrato  
7 hidroalcólico na concentração de 10%, atingindo a mortalidade de 50% dos  
8 indivíduos nas primeiras 48 horas de exposição dos tratamentos.

9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

## 1 Referências Bibliográficas

- 2 ABDALLAH, I. S.; ABOU-YOUSEF, H. M.; FOUAD, E. A.; KANDIL, E. H. The role  
3 of detoxifying enzymes in the resistance of the cowpea aphid (*Aphis craccivora*  
4 Koch) to thiamethoxam. **Journal of Plant Protection Researc**, v. 56, n. 1, 2016.
- 5 AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Inseticidas registrados**  
6 para controle de *Aphis craccivora*. Disponível em:  
7 <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso  
8 em: 15 de nov. 2021.
- 9 ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim**  
10 **do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319 -  
11 336, 2006.
- 12 AVELINO, L. D.; PORTELA, G. L. F.; GIRÃO FILHO, J. E.; DE MELO JUNIOR,  
13 L. C. Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis*  
14 *craccivora* Koch na cultura do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde**  
15 **de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 21-26, 2019.
- 16 BARROS, M. D. C. R.; SCHLIEWE, M. A.; PAULA, J. Morfo-Anatomia De Folhas  
17 De Apeiba Tibourbou Aubl. Malvacea” e. **Fronteiras: Journal of Social,**  
18 **Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 3, p. 212-229, 2017.
- 19 BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Taxonomic issues. **Aphids as crop pests**, v.  
20 1, p. 1-29, 2007.
- 21 BRANDÃO, A. P. M. E.; TAMAYOSE, C. I. Introdução as Principais Técnicas De  
22 Extração, Isolamento e Identificação de Metabólitos Secundários. In: SANTOS,  
23 D. Y. A. C. dos. **Biossíntese, Funções e Aplicações dos Metabólitos**  
24 **Secundarios De Plantas**. 1 ed. Cap. 3, 79-113 p. Curitiba-PR, 2020.
- 25 CAMARGO, R. S.; FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C. Morfologia  
26 interna. In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. D.; BALDIN, E. L. L.  
27 (Ed.). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação**  
28 **de famílias**. Botucatu: Fepaf. p. 43 - 61, 2011.
- 29 COLOSIMO, E. A.; S. R. GIOLO.; **Análise de Sobrevivência Aplicada**. 1. ed.  
30 São Paulo: Edgard Blucher: 370 p. 2006.
- 31 DA COSTA, N. B.; TELES, A. M.; DA SILVA OLIVEIRA, M. V.; OLIVEIRA, É. S.;  
32 MOUCHREK, A. N. Obtenção do perfil químico de extratos das folhas do cajueiro  
33 (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes. **Research, Society**  
34 **and Development**, v. 10, n. 8, p. e40110817473-e40110817473, 2021.
- 35 DA SILVA BANDEIRA, H. F.; LIMA, A. C. S.; TRASSATO, L. B.; STRUCKER, A.;  
36 DE JESUS VIEIRA, A. Bioactivity of *Annona montana Macfad* extractson the  
37 black cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch). **Revista Brasileira de Ciências**  
38 **Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 41-46, 2017.
- 39 DUKE, S. O.; DAYAN, F. E.; RIMANDO, A. M.; SCHRADER, K. K.; ALIOTTA, G.;  
40 OLIVA, A.; ROMAGNI, J. G. Chemicals from nature for weed management.  
41 **Weed Science**, v. 50, n. 2, p. 138-151, 2002.

- 1 DUKE, S. O.; DAYAN, F. E.; ROMAGNI, J. G.; RIMANDO, A. M. Natural products  
2 as sources of herbicides: **Current status and future trends. Weed Research,**  
3 v. 40, n. 1, p. 99-111, 2000.
- 4 FIGUEIREDO, J. D. O. F.; DE OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, L. L. C.; XAVIER, V.  
5 M.; DA FONSECA BARBOSA, L. CAPÍTULO 10-EFEITO DOS EXTRATOS DE  
6 *Melia Azedarach* SOBRE *Plutella xylostella*. **Simpósio de Ciência, Inovação e**  
7 **Tecnologia no Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG: há dez anos**  
8 **disseminando conhecimentos**, p. 127. 2019.
- 9 ISMAN, M. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern  
10 agriculture and na increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology,**  
11 v.55, p.45-66. 2006.
- 12 LEITE, D. M.; GARLET, J.; KARSBURG, I. V. First report of the *Aphis craccivora*  
13 Koch on *Catsetum* sp. in Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 3, p. 251-253, 2017.
- 14 LLORCA, J.; DELGADO-RODRÍGUEZ, M.; Análisis de supervivencia en  
15 presencia de riesgos competitivos: estimadores de la probabilidad de suceso.  
16 **Gaceta Sanitaria**, v. 18, n. 5, p. 391-397, 2004.
- 17 LOPES, G. S.; SILVA, L. B.; CARNEIRO, E.; DA SILVA FILHO, M. L.; DE  
18 SOUZA, J. S. N.; ALMEIDA, F. A.; PAVAN, B. E. Potencial inseticida do extrato  
19 etanólico de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) em lepidópteros-praga.  
20 **Nativa**, v. 7, n. 6, p. 668-674, 2019.
- 21 LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de**  
22 **plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. p.  
23 352, 2000.
- 24 MARCOMINI, A. M.; ALVES, L. F. A.; BONINI, A. K.; MERTZ, N. R.; DOS  
25 SANTOS, J. C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre  
26 adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera, Tenebrionidae). **Arquivos**  
27 **do Instituto Biológico**, v. 76, p. 409-416, 2021.
- 28 RABELO, J. S.; BLEICHER, E. Controle de pulgão-preto em feijão-caupi com o  
29 uso de sementes de Annonaceae e a bioatividade das sementes em diferentes  
30 épocas de armazenamento. **Agropecuária científica no Semi-Árido**, v. 10, n.  
31 4, p. 05 - 08, 2014.
- 32 RAMALHO, C. W. N. A formação histórica da pesca artesanal: origens de uma  
33 cultura do trabalho apoiada no sentimento de arte e de liberdade. **Cadernos de**  
34 **Estudos Sociais**, v. 24, n. 2, p. 261-285. 2008.
- 35 ROTHER, H. A. Pesticide labels: Protecting liability or health? –Unpacking  
36 “misuse” of pesticides. **Current Opinion in Environmental Science & Health,**  
37 v. 4, p. 10-15, 2018.
- 38 R Core Team, 2021. **R: A language and environment for statistical computing.** R  
39 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
40 [project.org/](https://www.R-project.org/).

1 STURZA, V. S.; DEQUECH, S. T. B.; MACHADO, S. L. D. O.; PONCIO, S.;  
2 BOLZAN, A.; GUTHS, C. Primeiro registro de *Aphis craccivora* Koch 1854  
3 (Hemiptera: Aphididae) sobre plantas daninhas em Santa Maria, RS. **Ciência**  
4 **Rural**, v. 41, p. 1863-1866, 2011.

5 VIEGAS-JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o  
6 controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390 - 400, 2003.

7 VIERA, D. S. M. M.; EVANGELISTA-JÚNIOR, W. S.; SILVA, L. J. S.; PEREIRA,  
8 D. L.; SILVA, R. A.; PEREIRA, V. B.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S. Extratos da  
9 algarobeira como alternativa de controle do pulgão preto do feijoeiro *Aphis*  
10 *craccivora*. **Meio Ambiente**, v.1, n.1, p.47-53, 2019.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

**2.3. EXTRATOS DE *Apeiba tibourbou* (Aubl.) NO CONTROLE DE *Atta sexdens* L. (HYMENOPTERA: FORMICIDAE).**

1 **Resumo** – (2.3. Extratos de *Apeiba tibourbou* (Aubl.) no controle de *Atta sexdens*  
2 L. (Hymenoptera: Formicidae)). As formigas saúvas, gênero *Atta* Fabricius, 1804,  
3 (Hymenoptera: Formicidae) são conhecidas no setor agrícola e florestal por  
4 causarem grandes prejuízos econômicos. Devido a seletividade deste grupo de  
5 insetos os meios de controles são limitados, restringindo-se principalmente a  
6 produtos químicos sintéticos. A busca por soluções que causem menos impactos  
7 ao meio ambiente tem sido alvo de muitos pesquisadores, e o uso de produtos  
8 fitossanitários de origem vegetal no manejo de insetos-praga é um grande aliado.  
9 Assim espécies vegetais têm sido estudadas como *Apeiba tibourbou* (Aubl.). O  
10 presente estudo tem como objetivo avaliar a sobrevivência de operárias de *Atta*  
11 *sexdens* L. submetidas as diferentes concentrações dos extratos hidroalcoólicos  
12 de folhas e casca de *Apeiba tibourbou*. As coletas das operárias de *Atta sexdens*  
13 foram realizadas em um formigueiro adulto, em laboratório foram colocados 10  
14 indivíduos de operarias por repetição, onde foi realizada aplicação tópica do  
15 extrato (0,2ml) nas concentrações de 0, 2,5, 5,0, 7,0 e 10%. Para conservação  
16 dos indivíduos em cada vidro foi colocado um chumaço de algodão hidrófilo com  
17 água destilada e um cubo (1cm<sup>3</sup>) de dieta. Os extratos hidroalcoólicos de folhas  
18 e casca de *Apeiba tibourbou* apresentam atividade inseticida em teste de  
19 laboratórios em operarias de *Atta sexdens*. Alcançando mortalidade de 50% das  
20 operárias submetidas aos extratos de casca em menor período quando se  
21 comparado aos resultados obtidos com os extratos de folhas. A diminuição da  
22 taxa de sobrevivência é gradativa com o aumento do tempo de exposição aos  
23 extratos hidroalcoólicos de *Apeiba tibourbou* se mostrando uma espécie  
24 promissora para o controle de *Atta sexdens*.

25

26

27 Palavras-chave: Extratos botânicos. Formigas cortadeiras. Manejo de pragas.

28

29

30

## 1 **Introdução**

2 Os gêneros *Atta* Fabricius, 1804 (saúvas), *Acromyrmex* Mayr, 1965  
3 (quenquéns) e *Amoimyrmex* Cristiano, Cardoso & Sandoval, 2020  
4 (Hymenoptera: Formicidae) conhecidos como formigas cortadeiras, são  
5 considerados um dos grupos de insetos de maior importância econômica, devido  
6 aos danos causados à agricultura e silvicultura. As formigas cortadeiras  
7 encontram-se distribuídas em todo o território brasileiro, causando prejuízos  
8 durante todas as estações do ano e diante à dificuldade de controle, esses  
9 insetos são as primeiras preocupações de um produtor no planejamento e  
10 execução de um plantio, pois os custos com formicidas são relativamente altos,  
11 além de gastos com equipamentos e mão de obra qualificada (LOECK;  
12 GRÜTZMACHER, 2001).

13 As formigas cortadeiras estão classificadas no grupo de insetos  
14 eussociais, que são caracterizados por apresentarem três características bem  
15 definidas como: sobreposição de gerações, divisão de trabalho e cooperação no  
16 cuidado com a prole. Elas vivem em sociedades verdadeiramente avançadas,  
17 seus formigueiros são organizados por grupos de indivíduos que desempenham  
18 funções diferentes de acordo com sua morfologia (SOUZA et al., 2011). Além de  
19 desenvolverem uma agricultura com técnicas precisas no cultivo de fungos  
20 simbiotes para fornecer alimento para todas as formigas do ninho (DELLA  
21 LUCIA & SOUZA, 2011). As formigas são herbívoros holometabólicos (ovo-larva-  
22 pupa-adulto), fazem seus ninhos, geralmente, subterrâneos, possuindo câmaras  
23 ligadas entre si e com o exterior por meio de galerias (HOLLDOBLER & WILSON,  
24 1990).

25 Estes grupos de formigas constituem-se como um dos mais importantes  
26 insetos nocivos as culturas, devido ao hábito de cortar material fresco e os  
27 transportar para cultivar fungos em seus ninhos, esses desfolhamentos ocorrem  
28 de maneira intensa e constante, em qualquer fase do desenvolvimento, cortando  
29 folhas, flores, brotos e ramos finos das plantas atacadas (DELLA LUCIA, 2011).  
30 Esses ataques podem prejudicar o crescimento ou levar a morte da planta. Desta  
31 forma, para obter sucesso em plantios é fundamental realizar o controle das  
32 formigas cortadeiras (ZANETTI, 2014).

1 Por serem insetos eussociais, as formigas cortadeiras usam de  
2 estratégias para dificultar o controle, tornando o combate pouco eficiente, por  
3 apresentam alta capacidade de reconhecimento de substâncias tóxicas que  
4 podem comprometer o formigueiro. Uma vez detectado o tóxico, elas são  
5 capazes de desenvolver estratégias, como eliminação do produto forrageado ou  
6 isolamento das câmaras contaminadas (MARINHO et al., 2006).

7 No manejo de formigas cortadeiras é fundamental que haja um  
8 monitoramento para tomada de decisão de táticas de controle, seja ele químico,  
9 ou por substituição de espécies ou clones resistentes, manutenção de faixas de  
10 vegetação nativa ao redor do cultivo, a manutenção do sub-bosque diversificado  
11 e o manejo de paisagem (ZANETTI, 2011).

12 O controle químico de formigas cortadeiras é o método mais utilizado,  
13 devido seus resultados serem os mais eficientes dentre os métodos de controle  
14 disponíveis. Devido a rapidez e eficiência no controle os líquidos  
15 termonebulizáveis e iscas granuladas são atualmente as formas mais  
16 empregadas durante o manejo. A técnica de termonebulização consiste na  
17 saturação das colônias pela fumaça que contém o formicida, e podem ser  
18 utilizados até em períodos chuvosos (OLIVEIRA et al., 2011).

19 Já em períodos de seca as iscas formicidas são consideradas mais  
20 eficazes. A técnica consiste em dissolver em óleo de soja refinado o ativo  
21 inseticida, posteriormente incorporar essa substância em substrato atrativo como  
22 polpa cítrica desidratada de laranja, milho, folhas de eucalipto. Sua aplicação é  
23 realizada pelo transporte das iscas pelas formigas para dentro do ninho, é um  
24 método eficaz e de baixo custo (MARINHO et al., 2011)

25 Apesar de ser muito utilizado o controle químico é considerado de alta  
26 toxicidade para o homem e o meio ambiente. Atualmente há várias pesquisas  
27 que buscam novos princípios ativos para o controle das cortadeiras, visando  
28 maior eficiência e menores impactos em relação a toxicidade do produto  
29 (OLIVEIRA et al., 2011).

30 As plantas produzem compostos fitoquímicos que são responsáveis por  
31 suas atividades fisiológicas e também pela proteção contra ataques externos  
32 como: bactérias, fungos, insetos e animais (DIXON, 2001; SCHULTZ, 2002). O  
33 grupo de compostos e reações responsáveis por todas as atividades fisiológicas

1 do vegetal é denominado de metabólitos primários, os quais iniciam a síntese de  
2 outros compostos, chamados metabólitos secundários que desempenham papel  
3 de proteção e defesa (SALOMÉ, 2007).

4 Os metabólitos secundários não são envolvidos diretamente nos  
5 processos de crescimento e reprodução dos organismos vegetais. Esses  
6 metabólitos são encontrados em raízes, caules, folhas, flores, cascas, frutos,  
7 podendo variar de uma espécie para outra, e desempenham uma função  
8 defensiva, inibindo contra herbívoros e micro-organismos (ISMAN, 2006).

9 Extratos vegetais ricos em metabólitos secundários com propriedades  
10 inseticidas podem causar diversos efeitos aos insetos, podendo ser: ovicida,  
11 repelente, fagoinibidor, antinutricional e efeitos entomotóxicos, podem prejudicar  
12 os estágios biológicos dos insetos, ou ainda atrair inimigos naturais. Estes efeitos  
13 são gerados através das estratégias seja por contato, ingestão ou por ação  
14 fumigante (CESPEDES et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2020)

15 A região amazônica é conhecida por sua diversidade biológica vegetal, e  
16 muitas dessas espécies possuem metabólitos secundários com atividade  
17 inseticida. Por serem áreas que possuem período de chuva intensa ou seca  
18 severa as regiões tropicais e áridas são alvo de pesquisa, pois as espécies  
19 dessas áreas podem apresentar substâncias com ação inseticida, que as  
20 protegem em períodos de maior estresse (ISMAN, 1989; AMARAL et al., 1999).

21 Atualmente tem crescido o número de estudos que visam avaliar o  
22 potencial inseticida de espécies vegetais, para formulação de novos produtos  
23 fitossanitários que causem um menor impacto ao meio ambiente (DE REZENDE,  
24 2016). Neste sentido o presente estudo busca avaliar tais características na  
25 espécie *Apeiba tibourbou* (Aubl.), que faz parte da família Malvaceae, e possui  
26 uma grande diversidade de metabólitos, apresentando esteroides, terpenoides,  
27 alcaloides e diversas classes de substâncias fenólicas, a exemplo dos  
28 flavonóides (CHAVES, 2016). *Apeiba tibourbou* é rica em propriedades  
29 medicinais e apresentou em testes preliminares classes de metabólitos  
30 secundários que poderiam ser promissores no controle de insetos (LASURE et  
31 al., 1994).

1           O presente estudo tem como objetivo avaliar a sobrevivência de operárias  
2 de *Atta sexdens* L. após a aplicação de extratos hidroalcóolicos de folhas e casca  
3 de *Apeiba tibourbou*.

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

## 1 **Material e Métodos**

2 O experimento foi realizado no laboratório da Madeira do Ceptam (Centro  
3 de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional), da Universidade do Estado  
4 de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT. Para obtenção dos extratos das  
5 folhas de *Apeiba tibourbou* foram realizadas coletas de materiais vegetais nos  
6 meses de maio e junho de 2021 no período vespertino no município de Alta  
7 Floresta-MT (56°3'43,972" W; 9°57'1,312" S). Após a coleta foi retirado uma  
8 amostra do material coletado e encaminhado para Herbário da Amazônia  
9 Meridional, Campus de Alta Floresta- MT, para confirmação de sua identificação  
10 (n° 26595).

11 Após as coletas as folhas e cascas passaram por um processo de  
12 desidratação em estufa com circulação forçada de ar a 45°C por 72 horas, e  
13 posteriormente triturados em moinho de facas tipo Willey. Para preparação do  
14 extrato hidroalcólico foi adicionado 50g do material moído em 150ml de água  
15 destilada mais 350ml de álcool absoluto correspondendo à concentração de  
16 10%. A partir desta concentração foram realizadas as demais concentrações  
17 com diluição em água destilada. As soluções foram armazenadas em vidros  
18 embalados com papel alumínio para proteção da luz, permanecendo em repouso  
19 em temperatura ambiente por um período de 72 horas, posteriormente, filtradas  
20 e novamente armazenadas em recipientes fechados, mantidos sob refrigeração  
21 e ao abrigo da luz, até serem utilizadas. Efetuou-se a evaporação do extrato  
22 hidroalcólico em estufa a 45°C, por 72 horas.

23 Os bioensaios foram realizados com operárias coletadas de *Atta sexdens*  
24 L., de tamanho médio (aproximadamente 10 mm), forrageando em trilhas de um  
25 sauveiro adulto, localizado no município de Alta Floresta, Mato Grosso. As  
26 formigas foram transportadas em frascos grandes de vidro e levadas ao  
27 laboratório.

28 Para a conservação das formigas isoladas do formigueiro, fez-se  
29 necessário fornecer uma dieta artificial sólida. Para o preparo desta dieta foram  
30 utilizados: dextrose (2,0 g), ágar alimentício (1,5 g) e água destilada (100 ml), de  
31 acordo com a dieta proposta por Jung et al. (2013). Após a mistura dos  
32 componentes a solução foi levada ao micro-ondas por três minutos,

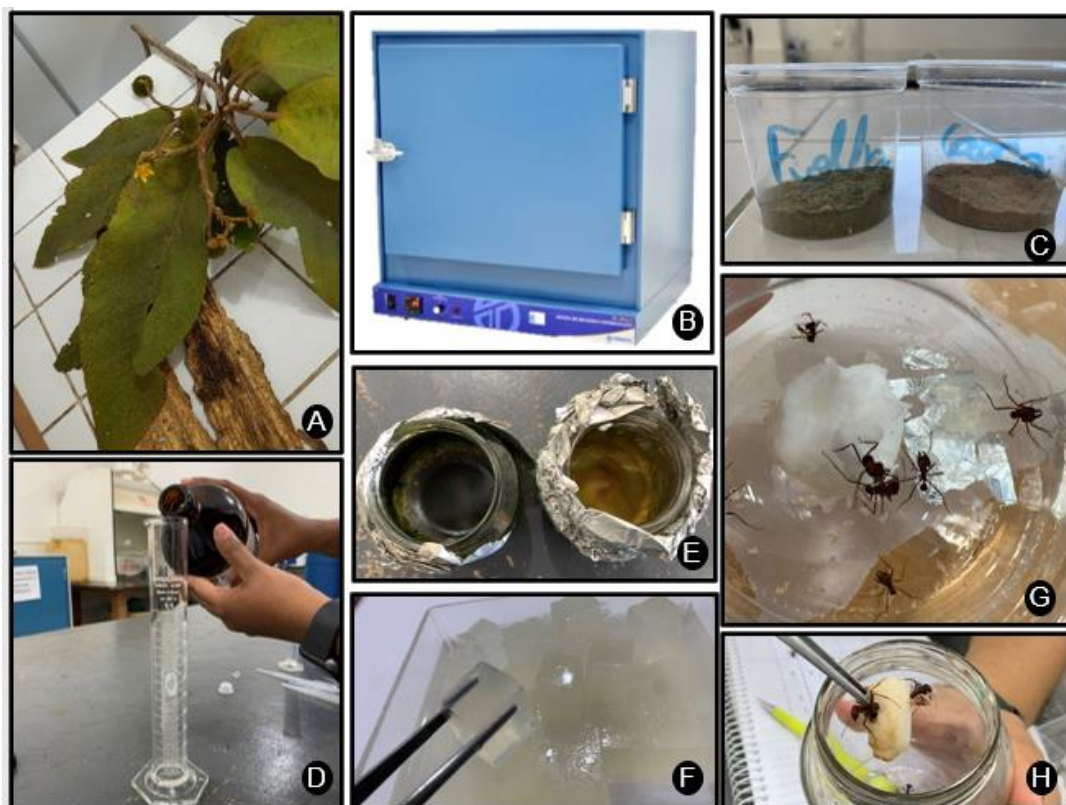
1 acondicionada em placas de petri e após a solidificação da dieta, as placas foram  
2 embrulhadas com plástico filme de PVC e armazenadas em refrigerador.

3 Para os dois bioensaios utilizou-se os seguintes protocolos: as operárias  
4 de *Atta sexdens* L., foram separadas em grupos de dez indivíduos por frasco de  
5 vidro, com aproximadamente 13,5 cm de altura por 8 cm de diâmetro.  
6 Posteriormente realizou-se a aplicação tópica de 0,2 ml do extrato hidroalcolico  
7 de folha para um bioensaio e para o outro a aplicação do extrato hidroalcolico  
8 da casca de *Apeiba tibourbou* (70% de álcool e 30% de água), sobre as formigas  
9 com auxílio de um borrifador manual nas seguintes concentrações: 2,5, 5,0, 7,5  
10 e 10%.

11 Realizou-se ainda a preparação de um tratamento testemunha, onde foi  
12 realizada a aplicação tópica de água destilada. Após a aplicação dos tratamentos  
13 cada repetição recebeu a dieta solidificada livre de extrato, cortada em cubos  
14 (1cm<sup>3</sup>) acomodada sobre papel alumínio (2x2cm) e um chumaço de algodão  
15 hidrófilo umedecido com água destilada, e em seguida os vidros foram fechados  
16 com tecido tipo voil. As dietas foram repostas a cada 24 horas e o algodão  
17 umedecido quando necessário. Na Figura 1 pode-se observar as etapas  
18 realizadas durante a implantação da metodologia do presente estudo.

19 A testemunha foi utilizada para avaliar a sobrevivência das formigas com  
20 referência à temperatura, à umidade, manuseio e efeito do solvente. Os frascos  
21 contendo as formigas foram mantidos em câmara climatizada do tipo B. O. D. a  
22  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , e fotoperíodo de 12 horas.





1

2 **Figura 1.** Etapas da metodologia para a implantação dos bioensaios com  
 3 aplicação dos extratos de *Apeiba tibourbou* em *Atta sexdens*.

4 (A) armazenamento do material coletado em laboratório, (B) estufa com  
 5 circulação de ar forçada para secagem do material, (C) material seco e triturado,  
 6 (D) medição do álcool absoluto para preparação do extrato alcoólico, (E)  
 7 armazenamento do extrato pronto, (F) cubos da dieta artificial ofertada para as  
 8 formigas e (G e H) operarias de *Atta sexdens* isoladas da colônia.

9 O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com  
 10 repetições por tratamento. O experimento foi repetido duas vezes e para a  
 11 análise do potencial inseticida dos extratos, utilizou-se os dados dos dois  
 12 experimentos. Avaliou-se a taxa de sobrevivência nos períodos de 360 horas  
 13 após a aplicação dos extratos.

14 Para a análise dos dados, foi utilizado o software R versão 4.0.5 (R Core  
 15 Team, 2021), com auxílio do pacote *survival* para realizar a análise de  
 16 sobrevivência. Esse tipo de análise tem o objetivo de analisar dados em que a  
 17 variável resposta é o tempo até que ocorra o evento de interesse (COLOSIMO;  
 18 GIOLO, 2006), que no caso desse estudo é a das operaras e *Atta sexdens*.

1 Segundo os mesmos autores, nesse processo é comum observar dados  
2 incompletos, chamados de censura. No caso em estudo, foi observado a censura  
3 tipo I (a direita), em que após um período determinado de 360 horas registrou  
4 formigas sobreviventes (falha).

5 As curvas de sobrevivências para cada tratamento foram obtidas por meio  
6 do estimador de “Kaplan-Meier”, a partir das porcentagens de indivíduos vivos  
7 por dia. Tal estimador permite observar a probabilidade de sobrevivência do  
8 grupo em estudo (LLORCA, RODRIGUEZ, 2004). Os resultados foram  
9 analisados estatisticamente pelo teste não paramétrico “log-rank”. Utilizou-se a  
10 correção de Bonferroni, sugerida por Colismo & Giolo (2006), adotando o nível  
11 de significância de  $\frac{\alpha}{nc} = 0,05/10 = 0,005$ , sendo 10 o número de comparações  
12 entre os tratamentos (dois a dois). Os resultados das curvas de sobrevivências  
13 dos indivíduos expostos aos extratos foram comparados também aos resultados  
14 dos indivíduos que receberam o tratamento testemunha (água destilada).

15 Para organização e tabulação dos dados foi utilizado o software Excel  
16 2019 (Microsoft), seguindo a estrutura para análise de sobrevivência:  
17 tratamentos, repetições, indivíduo, tempo (hora da morte), e a censura. O evento  
18 de interesse da análise para o presente estudo é a mortalidade dos indivíduos  
19 de *Atta sexdens*, os indivíduos que não atingiram a mortalidade dentro das 360  
20 horas de avaliação foram censurados. O tempo aproximado da mortalidade de  
21 50% dos indivíduos foi utilizado como um comparativo da dose letal a 50% da  
22 população (LC<sub>50</sub>), a qual é usual nesse tipo de análise e, é na verdade um  
23 comparativo entre tratamentos, visto que no caso em estudo, o tratamento que  
24 obtiver a morte de 50% da população primeiro é considerado mais eficiente.

25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32

## 1 Resultados

2 Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os dados de tempo médio de  
3 sobrevivência de operárias de *Atta sexdens* submetidas a diferentes  
4 concentrações dos extratos hidroalcoólicos de folhas e casca de *Apeiba*  
5 *tibourbou*. Os resultados obtidos nas curvas geradas pelo estimador de Kaplan-  
6 Meier foram comparados entre si pelo teste de Log-Rank para constatar se há  
7 diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

8 Os resultados obtidos no bioensaio com o extrato hidroalcoólico da  
9 casca de *Apeiba tibourbou* presentes na Tabela 1 mostraram-se positivos, para  
10 os tratamentos com maiores concentrações. Em T4 (7,5%) e T5 (10%) a taxa de  
11 mortalidade foi maior tendo como tempo médio de sobrevivência de 137,78 e  
12 108,30 horas, respectivamente. Já os tratamentos com 0, 2,5 e 5,0% não tiveram  
13 diferença significativa entre as médias avaliadas.

14

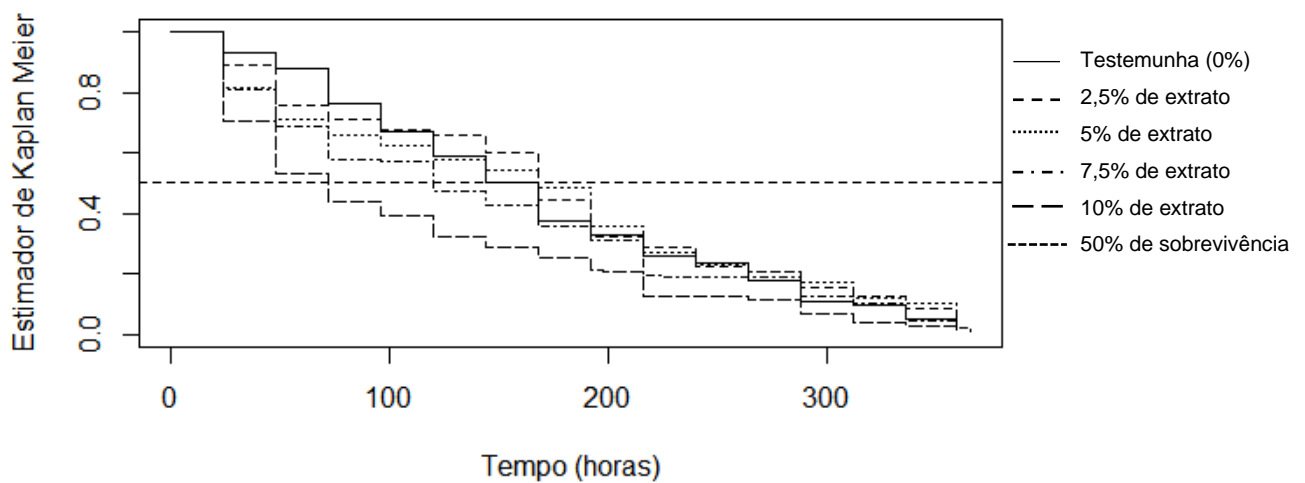
15 **Tabela 1.** Tempo médio de sobrevivência de operarias de *Atta sexdens*  
16 submetidas ao bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato  
17 hidroalcoólico de casca de *Apeiba tibourbou* durante um período de 360 horas.

Tratamentos	Tempo (horas) <sup>1</sup>	±	σ (Desvpad) <sup>2</sup>	
T1 (0%)	166,68	±	62,97	a
T2 (2,5%)	181,56	±	68,19	a
T3 (5,0%)	168,36	±	71,45	a
T4 (7,5%)	137,78	±	85,49	b
T5 (10%)	108,30	±	62,10	c

18 <sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de log-rank a  $\frac{\alpha}{nc} =$   
19 0,005 de probabilidade (nc – número de comparações).

20 <sup>2</sup>Desvio padrão da média

21 As curvas de sobrevivência obtidas por Kaplan-Meier das operárias de  
22 *Atta sexdens* submetidas ao extrato hidroalcoólico da casca de *Apeiba tibourbou*  
23 mostram que há diferença entre as taxas de sobrevivência nos diferentes  
24 tratamentos. Os tratamentos testemunha (0%) e os tratamentos com 2,5 e 5,0%  
25 de extrato tiveram maiores taxas de sobrevivência quando se comparados aos  
26 tratamentos com 7,5 e 10% de extrato.



1

2 **Figura 2.** Curvas de sobrevivência de operárias de *Atta sexdens* submetidas ao  
 3 bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico de  
 4 casca de *Apeiba tibourbou*.

5 Na Tabela 2 pode-se observar os resultados do tempo médio de  
 6 sobrevivência das operárias de *Atta sexdens* submetidas aos tratamentos com  
 7 diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico da folha de *Apeiba tibourbou*.  
 8 Nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos T1 (0%) e T2  
 9 (2,5%), tendo como tempo médio de sobrevivência 166,68 e 177,4, já os  
 10 tratamentos T4 (7,5%) e T5 (10%) tiveram o menor tempo médio de  
 11 sobrevivência sendo de 117,6 e 128,28 horas diferenciando-se  
 12 significativamente das demais concentrações. Observa-se que a mortalidade de  
 13 50% dos indivíduos ocorreu no período aproximado de 96 horas após a aplicação  
 14 dos extratos prolongando os efeitos do extrato durante as 360 horas de  
 15 avaliação.

16

17

18

19

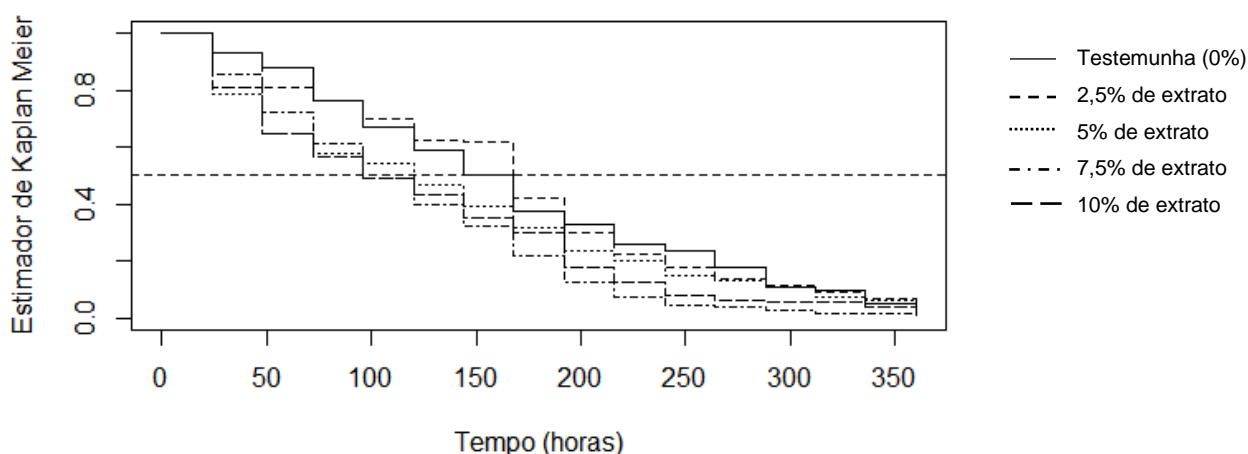
1 **Tabela 2.** Tempo de sobrevivência de operarias de *Atta sexdens* submetidas ao  
 2 bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcóolico de  
 3 folhas de *Apeiba tibourbou* durante um período de 360 horas.

Tratamentos	Tempo (horas) <sup>1</sup>	±	σ (Desvpad) <sup>2</sup>	
T1 (0%)	166,68	±	62,97	a
T2 (2,5%)	177,4	±	73,90	a
T3 (5,0%)	142,68	±	63,01	b
T4 (7,5%)	117,6	±	43,15	c
T5 (10%)	128,28	±	42,04	c

4 <sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de log-rank a  $\frac{\alpha}{nc} =$   
 5 0,005 de probabilidade (nc – número de comparações).

6 <sup>2</sup>Desvio padrão da média

7 Observa-se que as curvas de sobrevivência obtidas por Kaplan-Meier das  
 8 operárias de *Atta sexdens* submetidas aos tratamentos com o extrato  
 9 hidroalcóolico de folhas de *Apeiba tibourbou* diferenciaram-se entre si. Os  
 10 tratamentos 0 e 2,5% são representados pelas maiores curvas de sobrevivência  
 11 não diferenciando significativamente entre si, e os resultado com as menores  
 12 curvas são dos tratamentos nas concentrações de 7,5 e 10%.



13  
 14 **Figura 3.** Curvas de sobrevivência de operarias de *Atta sexdens* submetidas ao  
 15 bioensaio de exposição a diferentes concentrações do extrato hidroalcóolico de  
 16 folha de *Apeiba tibourbou*.

17 Observa-se que os indivíduos de *Atta sexdens* submetidas as diferentes  
 18 concentrações do extrato hidroalcóolico das folhas de *Apeiba tibourbou*  
 19 alcançaram 50% de mortalidade no período aproximado de 120 horas, sendo os

1 resultados superiores quando comparados ao período médio de sobrevivência  
2 das operarias submetidas as diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico  
3 da casca de *Apeiba tibourbou*.

4 Os resultados obtidos nos bioensaios mostraram-se positivos, pois há  
5 uma mortalidade gradativa ao longo dos dias avaliados. Nota-se que com o  
6 aumento das concentrações dos extratos de folhas e casca de *Apeiba tibourbou*  
7 há uma diminuição do tempo médio de vida das operárias avaliadas em  
8 laboratório.

9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34

## 1 **Discussão**

2 Observou-se neste estudo que as menores médias e curvas de  
3 sobrevivência ocorreram nos tratamentos com maior concentração do extrato. A  
4 mortalidade de 50% das operárias submetidas os tratamentos ocorreu em um  
5 período aproximado de 96 horas após a aplicação dos extratos prolongando os  
6 efeitos do extrato durante as 360 horas de avaliação. O efeito causado nas  
7 operárias de *Atta sexdens* possui um tempo de ação mais prolongado quando  
8 comparado aos resultados obtidos com os indivíduos de *Aphis craccivora*  
9 mostrado no Capítulo 2.

10 Existem relatos na literatura de várias plantas que demonstram ter  
11 potencial inseticida contra insetos-praga, como exemplo pode-se citar o trabalho  
12 de Da Silva et al. (2020) que relatam resultados promissores do uso do extrato  
13 vegetal de *Ruta graveolens* L. e *Mentha piperita* L. no controle de formigas  
14 cortadeiras em condições de campo utilizando mudas de *Eucalyptus urograndis*.  
15 Os autores observaram que as operárias invadiam a área do experimento, porém  
16 não deram preferência as plantas com os tratamentos, ao longo dos dias  
17 avaliados as mudas de *Eucalyptus urograndis* cercados por *Mentha piperita* L.  
18 tiveram cerca de 60% de suas folhas inteiras e o tratamento com extrato de  
19 folhas de *Ruta graveolens* L. tiveram 90% de suas folhas inteiras.

20 Os resultados obtidos no bioensaio com extrato hidroalcolico de folhas  
21 de *Apeiba tibourbou* também apresentaram resultados positivos no controle de  
22 operárias de *Atta sexdens* em laboratório, seguindo o mesmo padrão dos  
23 resultados obtidos no bioensaio com extrato de casca, as menores taxas de  
24 sobrevivência foram obtidas nas concentrações de 7,5% (117,6 horas) e 10%  
25 (128,26 horas) do extrato de folhas, alcançando mortalidade de 50% das  
26 operárias submetidas os tratamentos em um período aproximado de 120 horas.

27 Santos et al. (2013) publicaram resultados semelhantes sobre a utilização  
28 do extrato metanólico de folhas de *Manihot esculenta* Crantz, no controle de *Atta*  
29 *sexdens rubropilosa* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) que provocou um efeito  
30 negativo sobre a sobrevivência das operárias de *Atta sexdens*. Observaram  
31 ainda uma redução no tempo de sobrevivência dos insetos tratados com o  
32 extrato proporcional ao aumento da concentração do mesmo.

1 A ação inseticida dos compostos presentes nas plantas tem sido um  
2 aliado promissor no controle de insetos praga. O isolamento destes compostos  
3 tem sido utilizado em pesquisas observando sua ação nos insetos. Cintra et al.  
4 (2005) observaram a diminuição do tempo médio de sobrevivência de *Atta*  
5 *sexdens rubropilosa* Forel submetidas ao bioensaio de ingestão com adição de  
6 astilbina, isolada de *Dimorphandra mollis* Benth na dieta artificial oferecida as  
7 operarias observadas.

8 Souza et al. (2011) verificaram efeito tóxico de extratos de diferentes  
9 espécies vegetais ao fungo simbiote de *Atta sexdens rubropilosa*, constataram  
10 que houve um descarte de 76% do jardim de fungo após o 5º dia de experimento.  
11 Os resultados obtidos em um estudo conduzido por Santos et al. (2013) com o  
12 uso de frações de folhas de *Andira paniculata* Benth apresentaram potencial  
13 inseticida no controle de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*). Os  
14 resultados obtidos no presente estudo podem estar associados as  
15 concentrações dos metabólitos presentes nos extratos, abrindo novos caminhos  
16 para estudos que visem utilizar técnicas de isolamento dos compostos de  
17 interesse presentes em *Apeiba tibourbou*.

18 Observou-se ao longo dos dias de avaliação do experimento que houve  
19 um prolongamento do efeito dos extratos nas operarias de *Atta sexdens*, esta  
20 ação de mortalidade gradativa com o aumento do tempo de exposição ao extrato  
21 é importante para que não haja um reconhecimento imediato das substâncias  
22 pelas formigas, para que o raio de contaminação entre os indivíduos infectados  
23 seja maior.

24 Segundo Bueno & Campos-Farinha (1999) para o desenvolvimento de  
25 iscas formicidas tóxicas e eficientes é fundamental que o ingrediente ativo seja  
26 letal em baixas concentrações apresentando uma ação lenta para que as  
27 operárias consigam viver o suficiente para distribuí-lo para outras formigas, estes  
28 produtos precisam agir por ingestão não causando repelência as operárias.  
29 Produtos que causam mortalidade imediata além de serem negativos para o  
30 meio ambiente devido sua alta concentração de ingredientes ativos podem  
31 provocar a dispersão a fragmentação das colônias causando maiores problemas  
32 (BUENO et al., 2017).



1 **Conclusões**

2 Os extratos hidroalcoólicos de folhas e casca de *Apeiba tibourbou*  
3 apresentam atividade inseticida em teste de laboratórios em operarias de *Atta*  
4 *sexdens*.

5 A diminuição da taxa de sobrevivência é gradativa com o aumento do  
6 tempo de exposição aos extratos hidroalcoólicos de *Apeiba tibourbou* se  
7 mostrando uma espécie promissora para o controle de *Atta sexdens*.

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

## 1 Referências Bibliográficas

- 2 AMARAL, C. L. F.; OLIVEIRA, J. E. Z.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e**  
3 **aromáticas: melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 153p. 1999.
- 4 BUENO, O. C.; DE CARVALHO-CAMPOS, A. E.; DE CASTRO MORINI, M. S.  
5 **Formigas em ambientes urbanos no Brasil**. Bauru, Canal, v. 6, 2017.
- 6 BUENO, O.C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. As formigas domésticas. In:  
7 MARICONI, F.A.M. (Ed.). **Insetos e outros invasores de residência**.  
8 Piracicaba: FEALQ, p. 135-180, 1999.
- 9 CESPEDES, C. L.; MOLINA, S. C.; MUÑOZ, E.; LAMILLA, C.; ALARCON, J.;  
10 PALACIOS, S. M.; CARPINELLA, M. C.; AVILA, J. G. The insecticidal, molting  
11 disruption and insect growth inhibitory activity of extracts from *Condalia*  
12 *microphylla* Cav. (Rhamnaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 78-  
13 86, 2013.
- 14 CHAVES, S. O. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano de duas espécies de**  
15 **Malvaceae: *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garke e *Sida rhombifolia* L.**  
16 **Dissertação -Centro de Ciências da Saúde - UFP, João Pessoa. 199 p. 2016.**
- 17 CINTRA, P.; BUENO, F. C.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O.; PETACCI, F.;  
18 FERNANDES, J. B. Astilbin toxicity to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*  
19 (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 45, n. 2, p. 347 - 353, 2005.
- 20 COLOSIMO, E. A.; S. R. GIOLO.; **Análise de Sobrevivência Aplicada**. 1. ed.  
21 São Paulo: Edgard Blucher: 370 p. 2006.
- 22 DA SILVA, J. P.; DE SOUZA, L. L.; DE MELO, C.; NETO, S.; BARREIRA, S;  
23 INSETICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DE FORMIGAS. **DESAFIOS-**  
24 **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. 4, p.  
25 163-171, 2020.
- 26 DA SILVA, J. P.; DE SOUZA, L. L.; DE MELO, C.; NETO, S.; BARREIRA, S.  
27 INSETICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DE FORMIGAS. **DESAFIOS-**  
28 **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. 4, p.  
29 163-171, 2020.
- 30 DE OLIVEIRA, A. P. S.; AGRA-NETO, A. C.; PONTUAL, E. V. LIMA, T. A.; CRUZ,  
31 K. C. V.; MELO, K. R.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, L. C. B. B.; FERREIRA, M.  
32 R. A.; SOARES, L. A. L.; NAPOLEÃO, T. H.; PAIVA, P. M. G. DE OLIVEIRA, Ana  
33 Patrícia Silva et al. Evaluation of the insecticidal activity of *Moringa oleifera* seed  
34 extract and lectin (WSMoL) against *Sitophilus zeamais*. **Journal of stored**  
35 **products research**, v. 87, p. 101615, 2020.
- 36 DE REZENDE, F. M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F. A.; DE CARVALHO, W. R. S.  
37 Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. **Recursos econômicos**  
38 **vegetais**. São Paulo. Institutode Biociências. v. 93, p. 93-104. 2016.
- 39 DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Importância e história de vida das  
40 formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da**  
41 **biologia ao manejo**. Ed. Viçosa-MG: UFV, 2011. Cap. 1, p. 13-26.

- 1 DIXON, R. A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, v. 411, n.  
2 6839, p. 843-847, 2001.
- 3 HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University  
4 Press, 732 p. 1990.
- 5 ISMAN, M. B. Toxicity and fate of acetylchromenes in pest insects. In:  
6 ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; MORAND, P. **Insecticide of plant**  
7 **origin**. Ed. Washington: DC, American Chemical Society, 1989. Cap. 4, p. 44-  
8 58.
- 9 ISMAN, M. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern  
10 agriculture and na increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**,  
11 v.55, p.45-66. 2006.
- 12 JUNG, P. H.; SILVEIRA, A. C. D.; NIERI, E. M.; POTRICH, M.; SILVA, E. R. L.D.;  
13 REFATTI, M. Atividade Inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach*L.  
14 sobre *Atta laevigata* Smith. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p.191 -  
15 196, 2013.
- 16 LASURE, A.; VAN POEL, B.; PIETERS, L.; CLAYES, M.; GUPTA, M.; VANDEN  
17 BERGHE, VLIETINCK, A. Complemente inhibiting propertiers of *Apeiba*  
18 *tibourbou* Aubl. **Planta médica**, v.60, p. 276-277, 1994.
- 19 LLORCA, J.; DELGADO-RODRÍGUEZ, M.; Análisis de supervivencia en  
20 presencia de riesgos competitivos: estimadores de la probabilidad de suceso.  
21 **Gaceta Sanitaria**, v. 18, n. 5, p. 391-397, 2004.
- 22 LOECK, A. E.; GRÜTZ-MACHE R, D. D. **Ocorrência de formigas cortadeiras**  
23 **nas principais regiões agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul**.  
24 Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 147 p. 2001.
- 25 MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M.; PICANÇO, M. C. **Fatores que**  
26 **dificultam o controle das formigas cortadeiras**. Bahia Agrícola, v. 7, n. 2, p.  
27 18-21. 2006.
- 28 MARINHO, C. G. S.; OLIVEIRA, M. A.; ARAUJO, M. da S.; RIBEIRO, M. M. R.;  
29 DELLA LUCIA, T. M. C. Importância Voo nupcial ou revoada formigas-  
30 cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da biologia ao**  
31 **manejo**. Ed. Viçosa-MG: UFV, 2011. Cap. 9, 165.
- 32 OLIVEIRA, M. A.; ARAUJO, M. da S.; MARINHO, C. G. S.; RIBEIRO, M. M. R.;  
33 DELLA LUCIA, T. M. C. Manejo de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.  
34 M. C. **Formigas-cortadeiras: da biologia ao manejo**. Ed. Viçosa-MG: UFV,  
35 2011. Cap. 23, p. 420.
- 36 R Core Team, 2021. **R: A language and environment for statistical computing**. R  
37 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
38 [project.org/](https://www.R-project.org/).
- 39 RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S. Seleção e forrageamento em formigas-  
40 cortadeiras. **Formigas-cortadeiras: da Bioecologia ao manejo**. Viçosa-MG, p.  
41 189-203, 2011.

- 1 SALOMÉ, J. A. **Polinização de macieiras em Santa Catarina**. 2007. Disponível  
2 em: [http://tecnoapiscatarinense.blogspot.com/2007/03/polinizao-de-macieiras-](http://tecnoapiscatarinense.blogspot.com/2007/03/polinizao-de-macieiras-em-santa.html)  
3 [em-santa.html](http://tecnoapiscatarinense.blogspot.com/2007/03/polinizao-de-macieiras-em-santa.html) Acesso: 27 de abril de 2020.
- 4 SANTOS, M. A. I.; CORRÊA, A. D.; DE CARVALHO ALVES; A. P.; SIMÃO, A.  
5 A.; ALVES, D. S.; DE OLIVEIRA, R. L.; SACZK, A. AP.; CARVALHO, G. A.  
6 Extrato metanólico de folhas de mandioca como alternativa ao controle da  
7 lagarta-do-cartucho e de formigas cortadeiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v.  
8 1, n. 34, p. 3501-3511, 2013.
- 9 SCHULTZ, J. C. Biochemical ecology: how plants fight dirty. **Nature**, v. 416, n.  
10 6878, p.267-267, 2002.
- 11 SOUZA, A.; ZANETTI, R.; CALEGARIO, N. Nível de dano econômico para  
12 formigas-cortadeiras em função do índice de produtividade florestal de  
13 eucaliptais em uma região de Mata Atlântica. **Neotropical Entomology**, v. 40,  
14 n. 4, p. 483-488, 2011.
- 15 SOUZA, M.S.; PERES FILHO, O.; DORIVAL, A. Efeito de extratos naturais de  
16 folhas vegetais em *Leucoagaricus gongylophorus* (Moller) Singer, (Agaricales:  
17 Agaricaceae). **Ambiência**, v.7, n.3, p.461-471, 2011
- 18 ZANETTI, R. Amostragem e determinação do nível de dano econômico de  
19 formigas-cortadeiras em florestas cultivadas. In: DELLA LUCIA, T. M. C.  
20 **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Ed. Viçosa-MG: UFV. Cap.  
21 22, p. 373. 2011.
- 22 ZANETTI, R. **Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras em Florestas**  
23 **Cultivadas**. In: CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C. Entomologia Florestal  
24 Aplicada. Viçosa: UFV, 2014, p 145-161. v. 1.

25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45

### 1 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

2 Com os resultados obtidos na descrição anatômica e nas análises  
3 histoquímica e fitoquímica das folhas de *Apeiba tibourbou* foi possível identificar  
4 a presença de metabólitos secundários com propriedades inseticidas como  
5 compostos fenólicos, alcaloides, mucilagens, terpenoides e lactonas  
6 sesquiterpênicas, tricomas glandulares e oxalatos de cálcio que desempenham  
7 função de proteção contra herbívora.

8 A avaliação do potencial inseticida de *Apeiba tibourbou* no controle de  
9 *Aphis craccivora* e *Atta sexdens* foi positivo, pois é nítida a diminuição da taxa  
10 de sobrevivência dos indivíduos submetidos a exposição dos extratos, sendo  
11 que o extrato hidroalcoólico das folhas de *Apeiba tibourbou* apresentou  
12 resultados superiores ao extrato aquoso.

13 Os resultados dos bioensaios com extratos hidroalcoólicos de folhas e  
14 casca de *Apeiba tibourbou* apresentam uma diminuição na taxa de sobrevivência  
15 de *Atta sexdens*. O presente trabalho abre caminho para que novos estudos  
16 sejam realizados avaliando o potencial inseticida da espécie e seus efeitos sobre  
17 as operarias de *Atta sexdens*.

18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29