



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – IFGOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA
Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural – Rio Verde - GO
CEP: 75.901-970. Fones: (64) 3620-5641. Fax: (64) 3620-5640

**EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS DE CAJU-DE-
ÁRVORE-DO-CERRADO (*ANACARDIUM OTHONIANUM* RIZZ.) E GUAPEVA
(*POUTERIA GARDNERIANA* RADLK) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
DE PLÂNTULAS DE ALFACE E RABANETE**

WALESKA ARCANJO

**RIO VERDE – GO
FEVEREIRO 2015**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – IFGOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA
Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural – Rio Verde - GO
CEP: 75.901-970. Fones: (64) 3620-5641. Fax: (64) 3620-5640

**EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS AQUOSOS DE FOLHAS DE CAJU-DE-
ÁRVORE-DO-CERRADO (*ANACARDIUM OTHONIANUM* RIZZ.) E GUAPEVA
(*POUTERIA GARDNERIANA* RADLK) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
DE PLÂNTULAS DE ALFACE E RABANETE**

Dissertação apresentado ao Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como
requisito parcial para obtenção do título de mestre em
Agroquímica, pelo Programa de Pós-Graduação – *Stricto sensu*
em Agroquímica

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar
coorientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Machado Ramos
Mestranda: Waleska Arcanjo

**RIO VERDE – GO
FEVEREIRO 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Rio Verde

A668e Arcanjo, Waleska

Efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*anacardium othonianum rizz.*) e guapeva (*pouteria gardneriana radlk*) sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete/ Waleska Arcanjo - 2015.

115fls:il.

Orientadora: Ana Carolina Ribeiro Aguiar.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, 2015.

1. Alelopatia. 2. Extratos aquosos. 3. *Anacardium Othonianum Rizz.*
4. *Pouteria gardneriana Radlk.* I. Aguiar, Ana Carolina Ribeiro. II. Título.

CDD: 632.954

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA**

EFEITO ALELOPÁTICO DOS EXTRATOS AQUOSOS DAS FOLHAS DE CAJU-DE-ÁRVORE-DO-CERRADO (ANACARDIUM OTHONIANUM RIZZ) E GUAPEVA (POUTERIA GARDNERIANA RADLK) SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE ALFACE E RABANETE

Autora: Waleska Arcanjo

Orientadora: Ana Carolina Ribeiro Aguiar

TITULAÇÃO: Mestre em Agroquímica – Área de concentração Agroquímica.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2015.

Prof.^a Dr.^a Andréa Rodrigues Chaves

Avaliadora externa

UFG

Prof. Dr. Rômulo Davi Albuquerque
Andrade

Avaliador interno

IF Goiano/RV

Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Presidente da banca

IF Goiano/RV

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Lurdes Maria e João Gonçalves, aos meus irmãos Lidiane, Sarah e Arcanjo Gabriel, aos meus tios Maria Neuma e Joaquim e a toda minha família, amigos e colegas por acreditarem que sou capaz.

"Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende de nossa vontade e perseverança"

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, autor da dádiva maior: a vida.

Aos *meus pais e família*, pela confiança, paciência e acalento ao longo dos meus desafios, principalmente durante este momento.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a *Ana Carolina Ribeiro Aguiar*, pelo **carinho, respeito e admiração**, pelas oportunidades oferecidas, pelos conhecimentos adquiridos, amizade e, principalmente, pela paciência, sobretudo quanto aos atos de humanidade e compreensão.

Ao professor Dr. *Rômulo Davi Albuquerque Andrade*, pelo auxílio em todas as etapas do trabalho e por disponibilizar o laboratório para realização do mesmo, pela amizade, oportunidade, incentivo e, principalmente pelos conhecimentos adquiridos.

À minha coorientadora professora Dr.^a *Luciana Machado Ramos*, pelos conselhos, ensinamentos, e por me fazer colocar os pés no chão. Também pela colaboração prestada na execução dos ensaios fitoquímicos para a averiguação de metabólitos secundários e, principalmente pelo **carinho** com que sempre fui recebida.

Aos meus grandes amigos e companheiros de profundas reflexões *Juliana Dantas, Ana Cláudia, Lilian, Vinicius, Andressa, Joana Darc, Rita, Larisse e Poliana*, pelo carinho no desalento, pelos pensamentos lúdicos e sinceros que suavizaram meu caminho.

Aos *professores* da pós-graduação.

Aos *amigos dos Laboratórios QuiMera Team e de Águas e Efluentes* do IFGoiano, pelo companheirismo, receptividade, em especial a *Amaury, Priscila, Wellmo, Victor, Juliana Vilela e Flávio*, pela amizade, compreensão, solidariedade e colaboração para a realização deste trabalho.

Aos demais amigos que conheci durante o curso de mestrado.

Aos *amigos* que diretamente e indiretamente compartilharam comigo este momento, contribuindo para meu otimismo, perseverança, paciência, perspicácia e sensatez.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (Capes), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde*, pela oportunidade oferecida.

Meus sinceros e eternos agradecimentos

SUMÁRIO

Página

| | |
|---|------------|
| LISTA DE TABELA..... | i |
| LISTA DE FIGURA..... | iii |
| RESUMO..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| 1. INTRODUÇÃO | 20 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 21 |
| 2.1 CERRADO..... | 21 |
| 2.2 ALELOPATIA..... | 22 |
| 2.3 IMPORTÂNCIA DA ALELOPATIA NA AGRICULTURA..... | 29 |
| 2.4 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM PLANTAS..... | 31 |
| 2.5 ESPÉCIES ESTUDADAS..... | 33 |
| 2.5.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO <i>Anacardium othonianum</i> Rizz. (Caju-de- árvore-do-cerrado) | 33 |
| 2.5.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA <i>Pouteria gardneriana</i> Radlk (Guapeva)..... | 34 |
| 2.5.3 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA <i>LACTUCA SATIVA</i> L. (Alface)..... | 36 |
| 2.5.4 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA <i>RAPHANUS SATIVUS</i> L. (Rabanete)..... | 37 |
| 2.6 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO..... | 38 |
| 2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 39 |
| 2.0 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA..... | 41 |
| 3. OBJETIVO GERAL..... | 41 |
| 4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 42 |
| 5. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 42 |
| 5.1 LOCAL E DATA DOS EXPERIMENTOS..... | 42 |
| 5.2 ESPÉCIES UTILIZADAS..... | 42 |
| 5.3 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS..... | 43 |
| 5.4 REALIZAÇÃO DOS BIOENSAIOS | 45 |
| 5.5 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA | 46 |
| 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 50 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 50 |

| | |
|---|------------|
| 6.1. FOLHAS <i>IN NATURA</i> E SECAS DE CAJU-DE-ÁRVORE DO CERRADO (<i>Anacardium othonianum</i> Rizz) | 50 |
| 6.1.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE <i>ANACARDIUM</i> <i>OTHONIANUM</i> RIZZ | 75 |
| 6.2. FOLHAS <i>IN NATURA</i> E SECAS DE GUAPEVA (<i>POUTERIA GARDNERIANA</i> RADLK) | 77 |
| 6.2.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE <i>POUTERIA GARDNERIANA</i> RADLK..... | 103 |
| 7. CONCLUSÕES E PERPESCTIVAS | 105 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 106 |

LISTA DE TABELA

- Tabela 1.** Média de germinação em sementes de alface, submetidas ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições dos extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, Rio Verde –Go 50
- Tabela 2.** Comprimento da radícula das plântulas de alface, submetida ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 55
- Tabela 3.** Comprimento da parte aérea de plântulas de alface, submetida ao tratamento com extrato aquoso das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 59
- Tabela 4.** Média de germinação em sementes de rabanete, submetidas ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, Rio Verde –Go 63
- Tabela 5.** Comprimento da radícula das plântulas de rabanete, submetidas ao tratamento com extrato aquoso das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 67
- Tabela 6.** Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete, submetidas ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 71
- Tabela 7.** Resultado dos testes de prospecção fitoquímica, para identificação das classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado 76
- Tabela 8.** Média de germinação em sementes de alface, submetidas ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extrato aquoso das folhas *in natura* e secas de guapeva, Rio Verde –Go 77

Tabela 9. Comprimento da radícula das plântulas de alface, submetidas ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 82

Tabela 10. Comprimento da parte aérea de plântulas de alface, submetida ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 86

Tabela 11. Média de germinação em sementes de rabanete, submetidas ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extrato aquoso das folhas *in natura* e secas de guapeva, Rio Verde –Go 91

Tabela 12. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete, submetidas aos tratamentos com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 95

Tabela 13. Comprimento da parte aérea de plântulas de rabanete, submetida aos tratamentos com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go 99

Tabela 14. Resultado dos testes de prospecção fitoquímica, para identificação das classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de guapeva..... 104

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Principais fatores que podem influenciar na concentração de aleloquímicos presentes nas plantas. Fonte: GOBBO-NETO & LOPES, 2007 24
- Figura 2.** Produtos químicos alelopáticos e rota provável de síntese. Fonte: Embrapa, 2011 26
- Figura 3.** Via de liberação dos aleloquímicos 28
- Figura 4.** Substâncias naturais produzidas pelo metabolismo primário e secundário. Fonte: Filho, 2010 31
- Figura 5.** Aspecto visual da planta adulta de *A. othonianum* Rizz (ASSIS, 2010)..... 34
- Figura 6:** Estrutura química do taraxerol (1), ácido ursólico (2), ácido 3 β ,19 α , 23-triidroxiurs-12-en-28-oico (3), ácido 2 α , 3 α ,19 α , 23- tetraidroxiurs-12-en- 28-oico (4) e espinasterol (5). Fonte: Adaptado Montenegro, *et al.* (2006) 35
- Figura 7.** Planta de Guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) com frutos (PANORAMIO, 2013) 36
- Figura 8.** Folhas frescas de: (A) guapeva inteiras e trituradas e (B) caju-de-árvore-do-cerrado inteiras e trituradas 43
- Figura 9.** Folhas secas (inteiras) de caju-de-árvore-do-cerrado (A), folhas moídas de caju-de-árvore-do-cerrado (B) e folhas moídas de guapeva 44
- Figura 10.** Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo o método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado..... 51

| | |
|--|----|
| Figura 11. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo o método de decocção das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado | 52 |
| Figura 12. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado | 53 |
| Figura 13. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado | 53 |
| Figura 14. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 56 |
| Figura 15. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 56 |
| Figura 16. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 57 |
| Figura 17. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 58 |
| Figura 18. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de | |

infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade 60

Figura 19. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade 61

Figura 20. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade 62

Figura 21. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade 62

Figura 22. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado 64

Figura 23. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado 65

Figura 24. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado65

Figura 25. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo o método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado 66

| | |
|---|----|
| Figura 26. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 68 |
| Figura 27. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 69 |
| Figura 28. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 70 |
| Figura 29. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 70 |
| Figura 30. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 72 |
| Figura 31. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 73 |
| Figura 32. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 73 |

| | |
|--|----|
| Figura 33. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 74 |
| Figura 34. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo o método de infusão das folhas <i>in natura</i> de guapeva | 78 |
| Figura 35. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de guapeva | 79 |
| Figura 36. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva | 80 |
| Figura 37. Germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva | 80 |
| Figura 38. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 82 |
| Figura 39. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 83 |
| Figura 40. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 85 |

| | |
|--|----|
| Figura 41. Comprimento da radícula das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 85 |
| Figura 42. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 87 |
| Figura 43. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 88 |
| Figura 44. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 90 |
| Figura 45. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 90 |
| Figura 46. Germinação de sementes de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de guapeva | 92 |
| Figura 47. Germinação de sementes de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de guapeva | 92 |
| Figura 48. Germinação de sementes de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva | 93 |

| | |
|--|-----|
| Figura 49. Germinação de sementes de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva | 94 |
| Figura 50. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 95 |
| Figura 51. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas <i>in natura</i> de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 96 |
| Figura 52. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 97 |
| Figura 53. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 97 |
| Figura 54. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade..... | 99 |
| Figura 55. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 100 |
| Figura 56. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas <i>in natura</i> de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade | 101 |

Figura 57. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade..... 101

RESUMO

ARCANJO, W. **Efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete.** 2015. Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, como parte das exigências da Pós-Graduação – Mestrado em Agroquímica.

O estudo da atividade alelopática vem sendo utilizada no combate e controle de doenças, insetos e plantas daninhas. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório Águas e Efluentes no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, utilizando extratos aquosos das folhas das plantas, obtidos por dois métodos de extração aquosa: infusão e decocção, com três repetições, sob condições de temperatura e luz artificiais. Os tratamentos foram compostos por seis diferentes diluições e as avaliações foram realizadas após 7 dias. Foram avaliados os parâmetros porcentagem de germinação, comprimento de radículas e da parte aérea das plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os extratos aquosos de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva afetaram negativa e positivamente as variáveis avaliadas. Foi realizada a prospecção fitoquímica preliminar das folhas de *Anacardium othonianum* Rizz. e *Pouteria gardneriana* Radlk. para auxiliar na triagem fitoquímica dos principais grupos de metabólitos secundários presentes nessas espécies.

Palavras-chave: alelopatia, extratos aquosos, *Anacardium Othonianum* Rizz, *Pouteria gardneriana* Radlk.

ABSTRACT

Allelopathic activity study has been used to combat and control diseases, insects and weeds. Thereby, this study aimed to evaluate the allelopathic effect of caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) and guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) leaves aqueous extracts *in natura* and dry on lettuce (*Lactuca sativa* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) germination and growth. The experiments were carried out in the water and wastewater laboratory at the Institute Federal Goiano, Campus Rio Verde, using leaves aqueous extracts, obtained by two aqueous extraction methods: infusion and decoction, with three replications, under temperature and artificial light conditions. The treatments consisted of six different dilutions and were assessed after 7 days. The evaluated parameters were germination, root length and seedlings aerial-part length of *Lactuca sativa* L. and *Raphanus sativus* L. The results were submitted to averages variance analysis by Tukey test at 5% probability. The caju-de-árvore-do-cerrado and guapeva aqueous extracts affected negatively and positively the evaluated variables. The *Anacardium othonianum* Rizz. and *Pouteria gardneriana* Radlk. leaves preliminary phytochemical prospection were performed in order to assist in phytochemical screening for major secondary metabolites groups present in these species.

Key words: allelopathy, aqueous extracts, *Anacardium Othonianu*, *Pouteria gardneriana* Radlk.

1. INTRODUÇÃO

O campo da agricultura vem contribuindo para o crescimento da economia do Brasil e o país vem se destacando no cenário da agricultura mundial. Com a ampliação da área agricultura, são almeçadas altas produtividades, havendo grande demanda pelo uso de agroquímicos (fertilizantes e corretivos) e, principalmente, os defensivos agrícolas (herbicidas, fungicidas, inseticidas, nematicidas e outros) (PARACAMPO, *et. al*, 2009, PESSANHA, *et. al*, 2010).

Visando diminuir o uso de defensivos agrícolas nas lavouras, novas técnicas alternativas menos poluentes vêm sendo desenvolvida, para que possam se tornar opções mais racionais da exploração agrícola. Entre essas alternativas, surge a alelopatia como uma proposta para a redução no uso de herbicidas, controle de doenças e insetos (SILVA & CARVALHO, 2009; PESSANHA, *et. al*, 2010).

A alelopatia pode ser definida como um processo natural da planta que produz metabólitos secundários, que podem exercer efeitos de inibição ou estímulo no crescimento de plantas e outros organismos. Na agricultura, a alelopatia tem sido utilizada na diminuição de defensivos agrícolas. Visando reduzir o uso agrotóxico, tem-se elevado o número de pesquisas em busca por plantas com potenciais inseticidas, herbicidas entre outros, a adoção de uma agricultura sustentável. Diante das informações, a espécie *Anacardium othonianum* Rizz e *Pouteria gardneriana* Radlk. destaca-se dentre as espécies encontradas no Cerrado (RICE, 1984; SILVA & CARVALHO, 2009; MARASCHIN & ALVES-ÁQUILA, 2005).

A espécie *Anacardium othonianum* pertence à família Anacardiaceae e é conhecida popularmente como caju-de-árvore-do-cerrado, cajuzinho e cajuí. É encontrada no Cerrado brasileiro e se destaca das demais plantas, pela importância econômica para região, em que se encontra quando comparada com outras espécies nativas do Cerrado (AGOSTINI-COSTA, *et al.*, 2006; SILVA, 2010).

O uso desta espécie é bastante difundido na medicina popular, apresentando ação anti-inflamatória, antidiarreica, expectorante, antissifilítica e estimulante, podendo ser utilizada para tratar diabetes e reumatismo (SILVA, 2010; SOUZA, *et al.*, 2010).

A guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) é uma espécie arbórea, pertence à família *Sapotaceae*. A família *Sapotaceae* possui cerca de 325 espécies e apesar da sua importância econômica tem sido pouco estudada. A guapeva possuem frutos de 4 a 5 cm

de comprimento, cor da casca amarelada quando maduro e sua polpa pode ser consumida *in natura*, ou ser utilizada na fabricação de picolés e sucos (CABRAL, *et al.*, 2013).

Entretanto, as espécies estudadas neste trabalho, o *Anacardium othonianum* e *Pouteria gardneriana*, possuem grande potencial de herbicida natural, porém os efeitos alelopáticos destas espécies nunca foram verificados sobre estas plantas. A escassez de referências sobre a importância do efeito alelopático ainda é grande, e em função disso, torna-se estudo objeto desse trabalho.

Dessa forma, este trabalho tem por finalidade verificar o efeito alelopático de extratos aquosos das folhas da planta de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva, sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.). Para tanto, os extratos aquosos foram obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) e foram realizados teste de germinação e crescimento das plantas com a adição de diferentes concentrações dos extratos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CERRADO

O Cerrado é um dos maiores e mais importantes biomas da América do Sul e principalmente do Brasil, contendo características ecológicas, geopolíticas, demográficas, socioeconômicas e culturais. O Cerrado abrange a área de 204 milhões de hectares, distribuídos principalmente nos Estados de Goiás, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, além de porções em outros Estados e Distrito Federal, com área de abrangência nos estados citados de respectivamente 97%, 91%, 65%, 61% e 57%. Dentre as principais formas de Cerrado predominantes na região Centro Oeste, pode-se destacar o Cerradão, Cerrado denso, Cerrado ralo e Cerrado sujo (ÁVILA, *et al.*, 2010; ASSIS, 2010; SOUZA, *et al.*, 2010).

Devido à situação geográfica, a região do cerrado apresenta grande variação climática por influência das regiões vizinhas (amazônica, nordestina, atlântica e continental), sendo duas estações do ano bem definidas: uma seca e outra chuvosa, caracterizando um clima tropical estacional. O período chuvoso, em geral, tem duração de três a seis meses ou até mais, dependendo da região do Cerrado. A precipitação média anual, situa-se entre 1200 e 1800 mm, concentrando nos meses de primavera e verão (outubro a março). No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais se reduzem bastante, podendo chegar à zero (ÁVILA, *et al.*, 2010; BORGES, *et al.*, 2013).

O bioma Cerrado compreende amplas características terrestres regionais e fitofisionomias próprias. Este bioma apresenta grande extensão (correspondendo a 5% do planeta) e heterogeneidade abrigando enorme biodiversidade, sendo composta por pelo menos 6 mil espécies vegetais lenhosas e mais de 500 espécies de gramíneas. Muitas destas espécies são consideradas endêmicas por serem espécies que só se desenvolvem na região do cerrado (BRASIL 2003).

O cerrado possui um enorme potencial terapêutico, por ser uma região cheia de contrastes. As plantas são submetidas a diversos tipos de estresse, entre eles, pode-se citar o excesso de sol e calor, ação do fogo, vento, altitude, deficiência de minerais no solo (que muitas vezes são pedregosos) e excesso de chuva que proporciona, no período chuvoso o favorecimento do desenvolvimento de mecanismos de defesa das plantas. Geralmente esses mecanismos de defesas são baseados em liberação de compostos químicos, chamados de metabólitos secundários, que proporcionarão diferentes ações dependendo da espécie e do composto produzido por ela.

Apesar da grande variedade de espécies de plantas, especialmente no cerrado, pesquisas sobre o seu uso no controle de pragas, ainda são escassas, havendo carência de informações complementares em relação às condições de produção, à época de colheita, às quantidades produzidas e sobre as partes das plantas que podem ser utilizadas no controle de pragas (OLIVO *et al.*, 2008).

2.2 ALELOPATIA

As plantas produzem substâncias químicas via metabolismo, que uma vez liberadas no meio ambiente, podem interagir de maneira positiva, negativa ou neutra com outras plantas, podendo também afetar outras espécies que vivem na sua comunidade. Algumas espécies desenvolvem mecanismos de defesa, baseado na síntese de metabólitos secundários, que são liberados no ambiente, de modo que o crescimento de uma ou mais espécies podem ser afetados positiva ou negativamente, o que inclui a espécie produtora do metabólito (PIRES & OLIVEIRA, 2011).

Muller (1969) definiu as interações entre organismos vizinhos como: interferências. Por ser um termo muito amplo e que engloba vários mecanismos, Szczepanski (1977) tentando compreender os diversos mecanismos de interferências, classificou-os em três: alelospolia, alelopatia e alelomeiação

a) Alelospolia: também conhecida como competição, é a interferência causada pelos organismos, provocada por redução de um ou mais fatores (luz, água, etc.) que afetam o crescimento e pode prejudicar o desenvolvimento normal de outros organismos e/ou espécies da comunidade.

b) Alelopatia: é a interferência provocada por substâncias químicas (aleloquímicos) produzidas por certos organismos e que, liberadas no meio ambiente, afetam outros componentes da comunidade.

c) Alelomeadiação ou interferência indireta: é a interferência causada pelas alterações provocadas pelo organismo no ambiente físico ou biológico, que reflete nos seres vizinhos.

O termo alelopatia foi descrito por Molisch em 1937, em seu trabalho intitulado “*Der Einfluß von einer Pflanze auf ein anderes: Allelopathy- Alelopatia: a influência de uma planta para outra*”. Este termo tem origem grega e deriva de *allelon*, que significa de um para o outro e *pathós* que significa sofrer. Molisch o utilizou para se referir às interações benéficas ou prejudiciais, que eram resultado da ação de compostos químicos liberados pela planta, exercendo de modo direto ou indireto sua ação em outra planta ou microrganismo.

A alelopatia é inerente a todos os organismos, mas se evidencia principalmente nas plantas, e ela é comumente observada (FERREIRA & AQUILA, 2000).

Com o passar do tempo a alelopatia vem sendo redefinida. Rice (1984), definiu alelopatia como qualquer efeito, direto ou indireto, inibidor ou favorável, que a planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente, podendo influenciar a germinação e o crescimento inicial de sementes e de plantas. Ainda segundo Rice (1984), a alelopatia pode ocorrer entre plantas, entre plantas cultivadas e microrganismos, entre os próprios microrganismos, entre plantas daninhas, e entre plantas cultivadas e plantas daninhas.

Putnam & Duke (1978) definiram a alelopatia como os efeitos prejudiciais da planta doadora na germinação, no crescimento e desenvolvimento de plantas de outras espécies receptoras.

De acordo Szczepanski (1977), a alelopatia é a interferência provocada pela introdução de substâncias químicas produzidas por determinadas espécies de plantas de uma comunidade vegetal, que pode afetar outros indivíduos desta comunidade.

Segundo Miller (1996) o efeito alelopático é classificado em dois tipos: autoxidade e heterotoxidade. A autoxidade é um mecanismo específico da planta que

libera determinados compostos químicos que acarreta a inibição ou retardamento da germinação e o crescimento de plantas de sua própria espécie. Na heterotoxidade, ao contrário da autoxidade, ocorre a liberação de substâncias químicas fitotóxicas por determinada planta que afeta a germinação e o crescimento de plantas de outras espécies.

Considerando este contexto, o termo alelopatia pode ser definido como a interferência positiva ou negativa de compostos químicos (compostos estes chamados de aleloquímicos) produzidos via metabolismo secundário da planta e que são liberados no meio, afetando a própria espécie ou outras espécies de plantas.

Aleloquímicos, substâncias alelopáticas, fitotoxinas e produtos secundários, são denominações dadas às substâncias químicas ou compostos químicos liberados pelo organismo no ambiente, que podem afetar outros componentes dessa comunidade (EMBRAPA, 2011).

Os aleloquímicos podem ser encontrados em todos os tecidos das plantas, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes. Entretanto, a quantidade e concentração desses compostos nos tecidos dependem de diversos fatores, como temperatura, pluviosidade, luminosidade, radiação, variação sazonal, entre outros (Figura 1). Além disso, os caminhos pelos quais esses aleloquímicos são liberados são diversos e diferem de espécie para espécie (SARTOR, *et al.*, 2009; TUR, *et al.*, 2010).

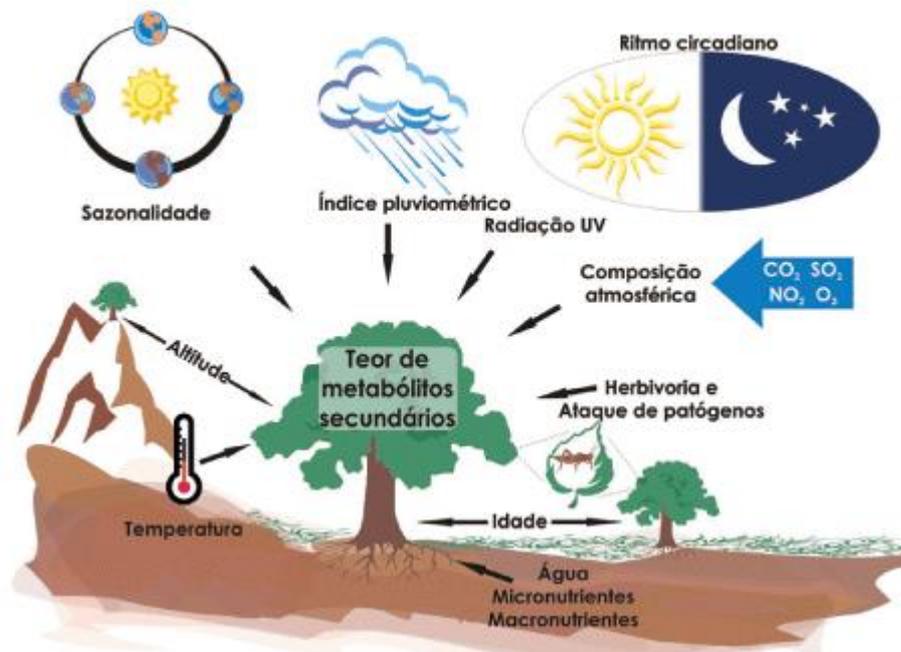


Figura 1. Principais fatores que podem influenciar na concentração de aleloquímicos presentes nas plantas. Fonte: GOBBO-NETO & LOPES, 2007.

Devido a esses fatores, as espécies podem apresentar diferentes atividades alelopáticas em seus tecidos vegetais. Este fato foi constatado por Carmo *et al.* (2007) em extratos aquosos da casca, do tronco e de raízes de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*) que causaram diminuição do sistema radicular nas plântulas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Gusman *et al.* (2008) verificaram o efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas secas de alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia* DC.), os quais reduziram o percentual de germinação de todas espécies testadas (mostarda, repolho, melancia, rúcula, cultivares de alface, tomate, rabanete e milho). Borella & Pastorini (2010) utilizaram os extratos aquosos dos frutos frescos de umbu (*Phytolacca dioica* L) e verificaram a interação significativa na porcentagem de germinação, velocidade de germinação e índice de velocidade de germinação, tendo efeitos mais significativos na germinação de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) do que na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapidis).

No estudo da alelopatia em plantas um dos principais questionamentos está relacionado com a produção dos aleloquímicos na planta. Ainda não se tem total compreensão da origem destes compostos, que podem ser oriundos tanto do metabolismo celular quanto serem sintetizados pela planta com funções específicas. Dessa forma, o estabelecimento de possíveis rotas sintéticas destes compostos acaba sendo dificultado. Em função disso, várias pesquisas vêm sendo conduzidas com intuito de isolar e identificar a estrutura dos aleloquímicos. Além disso, alguns trabalhos também apresentam tentativas de agrupá-los em uma única rota sintética (EMBRAPA, 2011).

Dentre as substâncias com atividades alelopáticas, várias classes de compostos orgânicos foram identificados a partir de plantas superiores e microrganismos (RICE,1984), dentre elas se destacam:

- Ácidos orgânicos solúveis em água, álcoois de cadeia linear, aldeídos alifáticos e cetonas: ácidos cítrico, málico, acético e butírico; metanol, etanol e acetaldeído;
- Lactonas insaturadas simples: patulina e ácido parasórbico;
- Ácidos graxos de cadeia longa e poliacetilenos: ácidos oleico, esteárico, mirístico e agropireno;
- Naftoquinonas, antraquinonas e quinonas complexas: juglona, tetraciclina e aureomicina;
- Fenóis simples, ácido benzoico e derivados: ácido gálico, vanílico e hidroquinona;
- Ácido cinâmico e derivados: ácido clorogênico e ferúlico;

- Cumarinas: escopoletina e umbeliferona;
- Flavonoides: quercetina, florizina e catequina;
- Taninos condensados e hidrolisáveis: ácidos elágico e digálico;
- Terpenoides e esteroides: cineol, cânfora e limoneno;
- Aminoácidos e polipeptídeos: marasmina e victorina;
- Alcaloides e cianidrininas: estriquinina, atropina, codeína, cocaína e amidalina;
- Sulfetos e glicosídeos: sirigrina e alilisotiocianato;
- Purinas e nucleosídeos: cordicepina, teofilina e paraxantina.

Rice (1984) propôs uma possível rota sintética (Figura 2), para o agrupamento de compostos químicos alelopáticos, e estes foram distribuídos em 14 categorias conforme a sua similaridade.

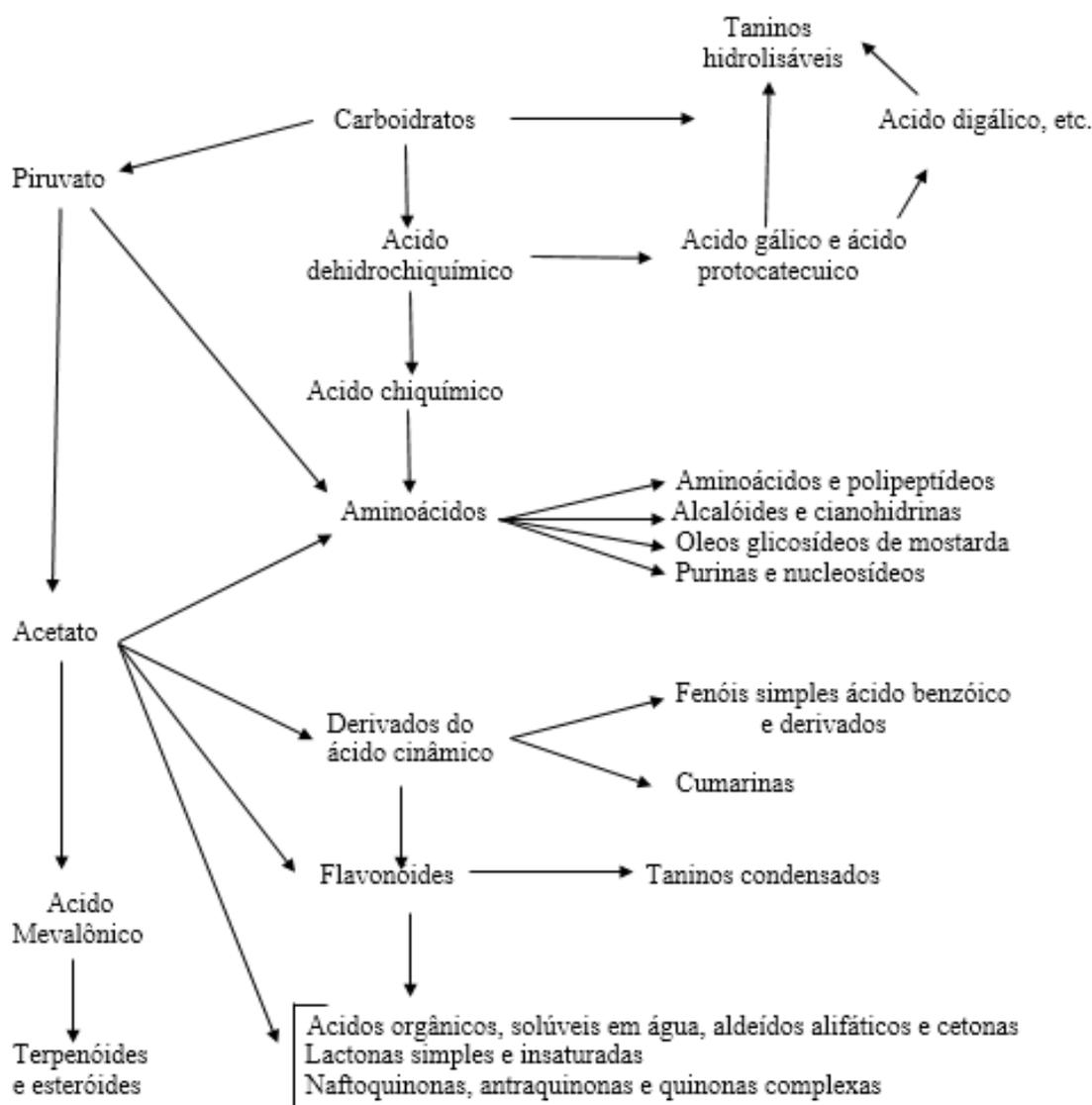


Figura 2. Produtos químicos alelopáticos e rota provável de síntese. Fonte: Embrapa, 2011.

A síntese desses compostos alelopáticos está relacionada ao fato das plantas serem seres vivos imóveis, impossibilitadas de escapar de ataque de predadores. Assim, estes organismos desenvolveram mecanismo de defesa ou proteção contra o ataque de pragas, fitopatógenos, pragas de outras plantas, entre outros, através da produção de compostos capazes de inibir os efeitos prejudiciais ao seu desenvolvimento. (TUR, *et al.*, 2010; EMBRAPA, 2011)

De acordo com Felix (2012), os aleloquímicos são liberados no ambiente, através dos tecidos vegetais por lixiviação, volatilização, exsudação radicular e pela decomposição de resíduos vegetais (Figura 3). Estas substâncias possuem grande instabilidade, podendo ser rapidamente decompostas após a sua liberação.

- lixiviação: vários compostos químicos podem ser lixiviados da parte aérea e das raízes das plantas ou, ainda, dos resíduos vegetais em decomposição, que podem ser carregados até o solo. Por serem toxinas solúveis em água são lixiviados de toda parte da planta. Pode-se citar como os principais compostos lixiviados encontrados os ácidos orgânicos, os açúcares, os aminoácidos, as substâncias pécticas, os terpenoide, os alcaloides, os compostos fenólicos e o ácido giberélico.

- volatilização: compostos químicos voláteis liberados pelas plantas, como os compostos aromáticos, são substâncias de difícil detecção, identificação e quantificação. Estes compostos podem ser volatilizados das folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas. Exemplos de plantas que liberam compostos aromáticos são a roseira (*Rosa* sp.) e o eucalipto (*Eucalyptus* sp.), que apesar de liberarem compostos voláteis, são substâncias que não apresentam compostos nocivos a outras plantas;

- Exsudação pelas raízes: um grande número de compostos químicos é liberado pelas raízes das plantas, alguns com características alelopáticas. Tais aleloquímicos podem atuar direta ou indiretamente nas interações planta/planta e na ação de micro-organismos. Por essas substâncias serem liberadas no solo, fica difícil saber com precisão as substâncias específicas que causam o efeito alelopático;

- Decomposição de resíduos vegetais: a liberação de aleloquímicos associados à decomposição de resíduos vegetais está diretamente ligada à decomposição das partes aérea ou subterrânea, podendo ser causada pela ação direta ou indireta de microrganismos. À perda da integridade das membranas celulares permite maior liberação de compostos que impõem toxicidade à comunidade.

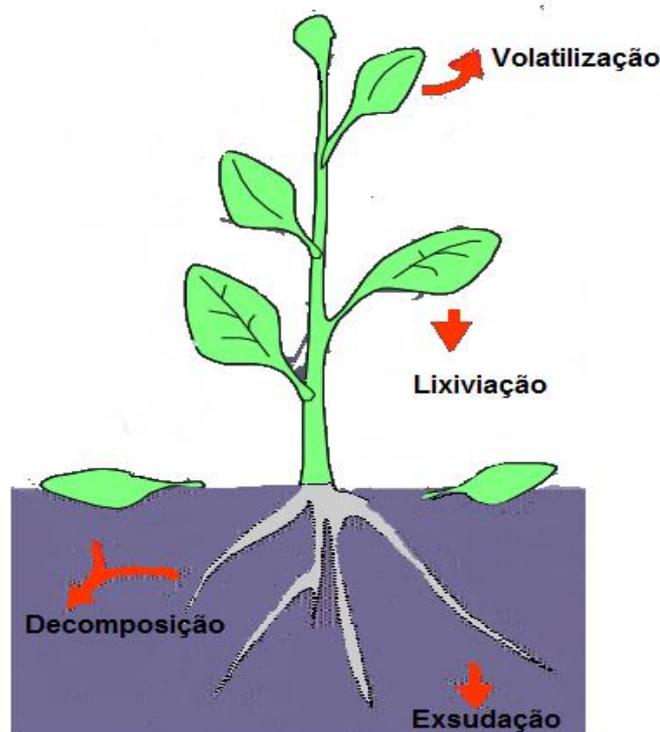


Figura 3. Via de liberação dos aleloquímicos.

Estudos de verificação dos efeitos alelopáticos vêm sendo feitos experimentalmente através de aplicação de extratos de plantas a sementes. Existem diversas técnicas para a extração desses aleloquímicos e as mais utilizadas, atualmente, são as extrações com solventes orgânicos ou água, para tanto, se utilizam partes dos vegetais triturados que são colocados em contatos com o extrator orgânico (álcool, acetona, éter, clorofórmio, etc.) ou com a água.

Os bioensaios realizados para verificar o efeito alelopático devem ser feitos em plantas sensíveis, também chamadas de plantas indicadoras, como por exemplo, a alface, esta espécie é a mais sensível dentre as estudadas e é considerada como planta-teste. Sementes de outras espécies também são utilizadas, como o descrito por Borella & Pastorini (2010) em sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapidis) e de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) no estudo do potencial alelopático dos extratos aquosos de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.); Souza Filho (2006) utilizou sementes de duas plantas daninhas, malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto (*Senna obtusifolia*); uma gramínea forrageira, capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu); e uma leguminosa forrageira, puerária (*Pueraria phaseoloides*) para verificar o efeito alelopático do extrato de capim-gengibre (*Paspalum maritimum*); Ribeiro, et al. (2009), utilizou as sementes

das espécies olerícolas, alface (*Lactuca sativa* L., gergelim (*Sesamum indicum* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.) na verificação do efeito alelopático dos extratos aquosos de *C. americanum* em diferentes concentrações; Souza & Cardoso (2013), utilizou a folha de *Eucalyptus grandis* na verificação do potencial alelopático em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

A realização do bioensaio é um procedimento necessário para o estudo de alelopatia. Este procedimento é baseado em técnica de resposta biológica de um organismo vivo (plantas superiores) a certas substâncias ou metabólitos, servindo de indicativo da presença e/ou concentração do composto químico em substrato. Dessa forma, o bioensaio é uma ferramenta útil para testar o potencial alelopático do organismo e necessária para realização de todas as etapas de isolamento, fracionamento e identificação de compostos bioativos (EMBRAPA, 2011).

O bioensaio mais utilizado para verificar o efeito dos aleloquímicos é a inibição ou o estímulo da germinação de sementes. Este estudo é conduzido em placas de Petri, e são inseridos o substrato, com a solução a ser testada e as sementes da espécie sensível devem ser conduzidas em temperatura e fotoperíodo ideais para a germinação da espécie selecionada. Além disso, para avaliação do bioensaio se faz necessária a comparação do tratamento com extrato obtido da planta e o tratamento-controle que será realizado com o solvente utilizado na extração. (EMBRAPA, 2011).

Portanto, no estudo sobre alelopatia é necessário a cooperação entre pesquisadores de várias áreas, entre elas: bioquímica, química, biologia, botânica, microbiologia, entre outras.

2.3 IMPORTÂNCIA DA ALELOPATIA NA AGRICULTURA

O cenário da agricultura no país vem mudando nestes estes últimos anos. O Brasil tem se destacado no mercado agrícola que vem contribuindo para o crescimento da economia do país. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a produção de grãos, no Brasil em 2014/2015 pode chegar a 200 milhões de toneladas, tornando um dos maiores fornecedores de grãos no mercado internacional de alimentos (SOUZA & CARDOSO, 2013; MAPA, 2014).

Com o aumento das áreas agrícolas, produtores visa o desenvolvimento de culturas que tragam altas produtividades e rentabilidade. Para atingir esses objetivos, entretanto, é necessário fazer uso de produtos que ajudem a proteger as culturas de pragas que possam prejudicar seu desenvolvimento. Com isso, se observa grande aumento no

uso de defensivos agrícolas (herbicidas, fungicidas, inseticidas, nematicidas e outros) e de agroquímicos (fertilizantes e corretivos) nas lavouras, que pode provocar contaminações ambientais trazendo impactos inesperados e desastrosos ao meio ambiente (PARACAMPO, *et al.*, 2009, PESSANHA, *et al.*, 2010).

A busca por produtos naturais que visam a diminuição do uso de defensivos agrícolas nas lavouras tem despertado o interesse de diversos pesquisadores em desenvolver métodos sustentáveis que possam diminuir os impactos ambientais e o desenvolvimento da agricultura sustentável. Nos últimos anos, vem sendo implementadas novas estratégias de controle, visando minimizar o impacto de agrotóxicos sobre a qualidade da água, do solo e do ar. A alelopatia vem sendo considerada como uma das propostas usadas para reduzir o uso dos defensivos agrícolas (SILVA, 2004; MARASCHIN & ALVES-AQUILA, 2005).

A descoberta de novos produtos químicos através de produtos naturais pode contribuir na aplicação direta desses compostos como agentes de controle ou na utilização indireta como aleloquímicos. Os aleloquímicos estão sendo aproveitados na agricultura, mas também podem ser utilizados na silvicultura e a olericultura. Os estudos sobre aleloquímicos vêm contribuir na busca por defensivos agrícolas como antibióticos, fungicidas, inseticidas e herbicidas, para compreender o antagonismo de cultivos consorciados ou sucessivos (SILVA, 2004; FELIX, 2011).

Os aleloquímicos podem ser usados no combate e controle de doenças, insetos e plantas daninhas que acometem plantas medicinais, e proporciona matéria-prima de qualidade para a indústria de fitoterápicos. As substâncias presentes nos aleloquímicos são oriundas do metabolismo secundário do vegetal, que representa um mecanismo de defesa da espécie contra a ação de micro-organismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores. O conhecimento relacionado aos efeitos das substâncias alelopáticas das plantas é de extrema importância na agricultura, podendo impedir que plantas invasoras (plantas daninhas) se instalem dentro de um cultivo agrícola causando a redução da safra (CENTENARO, *et al.*, 2009; FERREIRA & AQUILA, 2000; FELIX, 2011).

Portanto, o estudo da alelopatia é de grande importância para a agricultura, sendo que o efeito alelopático pode afetar direta ou indiretamente a germinação, acelerar ou inibir o desenvolvimento das plantas e/ou sementes próximas afetando o desenvolvimento, podendo causar o surgimento de certas anomalias (SANTIAGO, *et al.*, 2004).

2.4 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM PLANTAS

A sobrevivência de todos os organismos vivos é assegurada e controlada, desde o nascimento, por transformações químicas realizadas pelo metabolismo, que se divide em metabolismo primário e metabolismo secundário. Essas transformações químicas são direcionadas pela presença de enzimas específicas, que estabelecem as vias de síntese, chamadas de rotas metabólicas (Figura 4). Através dessas rotas são produzidos compostos com intuito de fornecer nutrientes para satisfazer as exigências fundamentais da célula (FILHO, 2010).

O metabolismo é definido como a soma do conjunto das reações catabólicas e anabólicas das estruturas celulares. Metabolismo é a transformação das moléculas orgânicas nas células vivas, catalisadas por enzimas, provendo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado. (PERREIRA & CARDOSO, 2012).

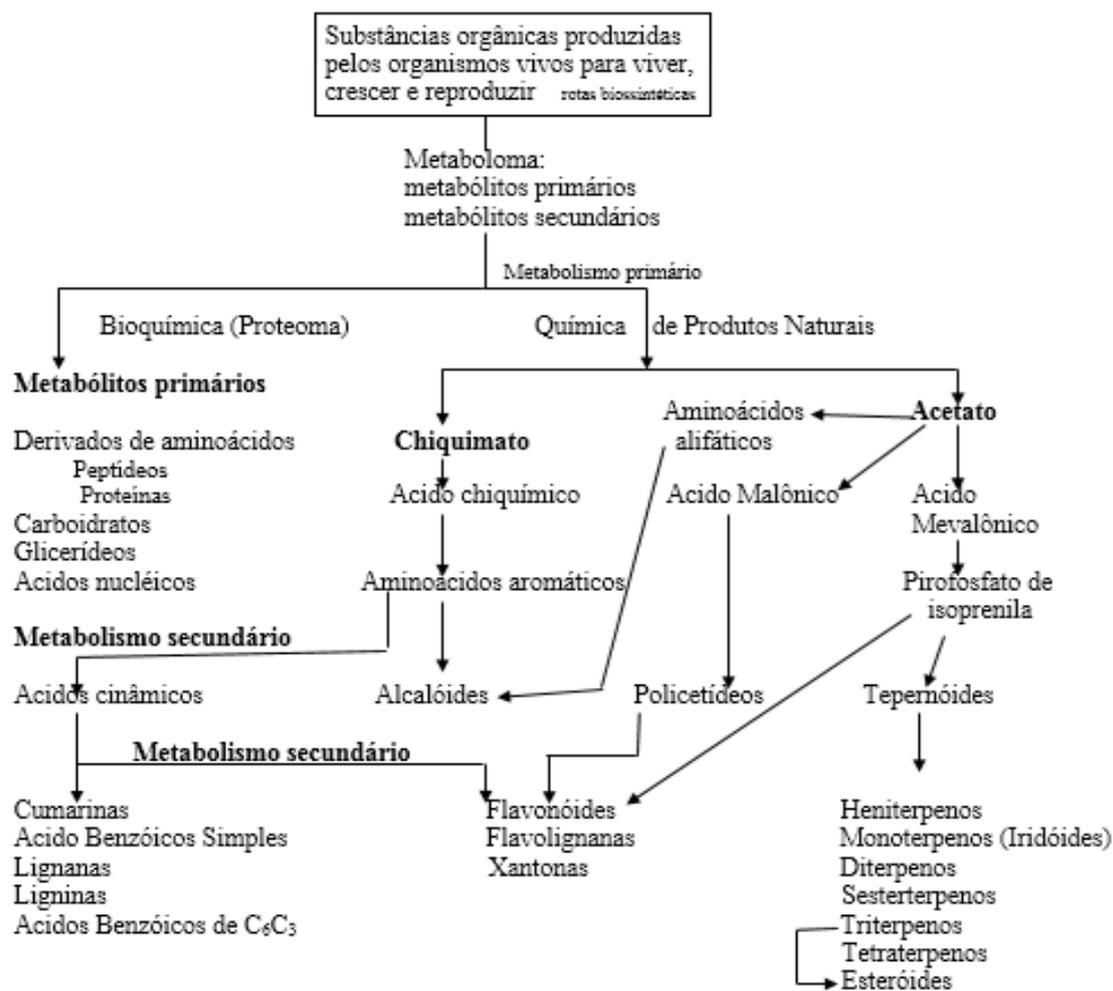


Figura 4. Substâncias naturais produzidas pelo metabolismo primário e secundário. Fonte: Filho, 2010.

As plantas produzem metabólitos primários e algumas desenvolvem mecanismos de defesa baseados na síntese de determinados metabólitos secundários, que contribuem para a resistência dos organismos contra pestes e outras doenças, mecanismo necessário à convivência e sobrevivência ambiental. (SOARES & VIEIRA, 2000, FILHO, 2010).

Metabólitos primários são moléculas essenciais para a realização das funções vitais da planta, para seu crescimento e desenvolvimento, sendo utilizados universalmente e são encontrados em todas as células vegetais. O metabolismo primário é responsável pela síntese de celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares, ácidos nucleicos e outras substâncias importantes (FILHO, 2010; PERREIRA & CARDOSO, 2012).

Metabólitos secundários (especiais ou naturais) diferem dos metabólitos primários pela distribuição restrita no reino vegetal, sendo característico de um grupo de espécies, podendo variar tanto de planta para planta quanto em diferentes espécies de plantas. As concentrações dos metabólitos secundários nas plantas podem variar durante o período de 24 horas, sendo que a quantidade de metabólito produzido pode variar e ser influenciado pelo local de ocorrência da planta, enquanto os metabólitos primários são de ocorrência universal (FERREIRA & AQUILA, 2000; RAVEN, 2001; FILHO 2010).

As substâncias conhecidas como metabólitos secundários, normalmente possuem estrutura complexa, baixo peso molecular, possuem atividades biológicas marcantes, apresentam-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas, ao contrário dos metabólitos primários. Os metabólitos secundários participam das interações inter e intracelular do próprio organismo ou com células de outros organismos, podendo atuar como mecanismo de defesa contra ataques de patógenos e herbívoros, como mecanismo atrativo (odor, cor e sabor) para animais polinizadores, como aleloquímicos, como proteção contra estresses bióticos, como função estrutural, como princípio ativo para medicamentos, entre outros (FILHO, 2010).

Os metabólitos secundários não afetam diretamente os processos celulares primários como fotossíntese, respiração, translocação de solutos e água, síntese de proteínas e assimilação de nutrientes.

Os principais metabólitos secundários (substâncias químicas) encontrados em tecido vegetal são compostos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavonoides, alcaloides, glicosídeos, taninos e quinonas, que podem desencadear efeitos benéficos ou maléficos sobre outras plantas ou demais organismos. O principal efeito alelopático dessas substâncias químicas se refere à capacidade que as plantas têm de inibir/induzir a germinação ou o desenvolvimento de outras espécies (SOUZA, *et al.*, 2005).

2.5 ESPÉCIES ESTUDADAS

2.5.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DO *Anacardium othonianum* Rizz. (Caju-de-árvore-do-cerrado).

A espécie *Anacardium othonianum* Rizz. (Figura 5), pertence à família Anacardiaceae e é conhecida popularmente como caju-de-árvore-do-cerrado, cajuzinho e cajuí. É encontrada no cerrado brasileiro e se destaca das demais espécies existentes na região central do Brasil, por causa da importância econômica para região em que se encontra e pelo seu porte arbóreo quando comparada com outras espécies nativas do cerrado (AGOSTINI-COSTA, *et al.*, 2006; BELO, 2014).

O caju-de-árvore-do-cerrado tem uso bastante difundido na medicina popular. O chá da raiz é purgativo e é utilizado para tratar diabetes e reumatismo, quando macerado em vinho. A casca é usada em gargarejo para inflamação da garganta. As folhas e as cascas são usadas para função antidiarreica e expectorante. A casca, também, é utilizada como tintorial em curtumes, em virtude da grande quantidade de tanino (SOUZA, *et al.*, 2010). Essa planta possui característica de resistência às secas prolongadas, por causa do caule subterrâneo, com capacidade de armazenar água (SILVA, 2010; SOUZA, *et al.*, 2010).

O cajuzinho também é rico em vitamina C, fibras e compostos fenólicos. A presença destes compostos confere grande potencial antioxidante à sua polpa. Esta propriedade está associada à prevenção de doenças crônico-degenerativas, como problemas cardiovasculares, câncer, diabetes e etc, que aumentam a cada ano (SILVA, 2010; SOUZA, *et al.*, 2010).

A altura das plantas e o diâmetro de sua copa variam de 3 a 6 metros e o tronco varia de 20 a 40 cm de diâmetro. A planta tolera bem os períodos de secas e os solos pobres, com pH entre 4,5 - 6,5. As folhas são elípticas, coriáceas, glabras, com base subcordata e pecíolos medindo 4-8 mm. As flores estão reunidas em panículas amplas, as brácteas são foliosas, pilosas e as pétalas estreitas, alongadas e avermelhadas. As flores são hermafroditas e unissexuais (masculinas), sendo que as masculinas aparecem no início da floração e as hermafroditas no final. As flores são polinizadas por abelhas e vespas e o florescimento ocorre entre junho e outubro (SILVA, 2010; SOUZA, *et al.*, 2010; NAVES, 1999).

O cajuzinho-do-cerrado apresenta uma distribuição restrita, com maior presença no cerrado e menor no cerradão, ocorrendo principalmente em neossolos litólicos, e ou

em solos com concreções ou cascalho. Os cajueiros apresentaram maior densidade com o aumento da acidez do solo e plantas mais desenvolvidas (maior área basal) com a diminuição da saturação em alumínio (NAVES, 1999).

Existe demanda crescente dos frutos, cujas qualidades organolépticas possibilitam a utilização, tanto para consumo *in natura* quanto para o aproveitamento pela agroindústria. O cajuzinho também possui propriedades que podem ser utilizada na medicina e na culinária caseira, sendo aproveitado sob as mais diversas formas.

O aproveitamento alimentar do pseudofruto de *A. othonianum* Rizz., é feito principalmente na forma de polpa *in natura* ou em forma de suco, licor, doces, geleias, rapaduras, produtos cristalizados, sorvetes, compotas e aguardentes. A castanha torrada é consumida com sal ou na forma de paçoca doce ou salgada (NAVES, 1999).



Figura 5. Aspecto visual de uma planta adulta de *A. othonianum* Rizz (ASSIS, 2010).

2.5.2 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA *Pouteria gardneriana* Radlk (Guapeva)

O gênero *Pouteria* pertence à família Sapotaceae, conhecida popularmente como abiu-piloso, curiola, guapeva, açá-ferro, abiu do cerrado, guapeba, cabo-de-machado, pêssego-do-mato e abiurana. É uma árvore encontrada em todo cerrado brasileiro, mas

também pode ser encontrada da região amazônica ao estado da Bahia. As plantas desse gênero têm sido utilizadas na construção civil, na alimentação e também na medicina popular. Algumas atividades biológicas são reportadas às espécies desse gênero, tais como, antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana e antifúngica, mas seu real potencial como fonte de novos fármacos ainda é pouco conhecido (SILVA, *et al.*, 2009).

De *Pouteria venosa* (Mart.) foram isolados quatro triterpenos (Figura 6), entre eles: taraxerol (1), ácido ursólico (2), ácido 3 β ,19 α , 23-triidroxiurs-12-en-28-oico (3) e ácido 2 α , 3 α ,19 α , 23- tetraidroxiurs-12-en- 28-oico (4) e um fitoesteroide: espinasterol (5) (MONTENEGRO, *et al.*, 2006).

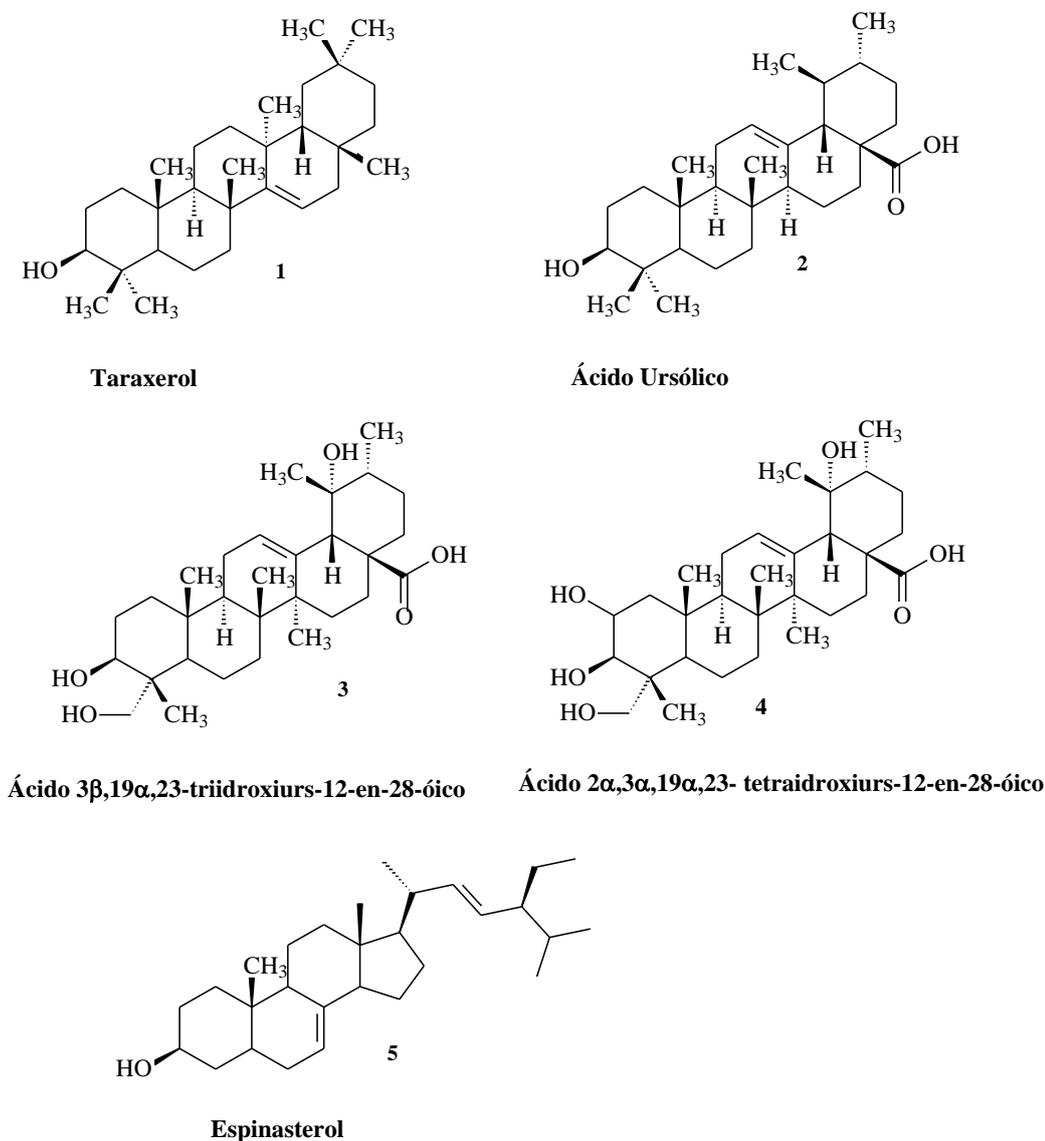


Figura 6: Estrutura química do taraxerol (1), ácido ursólico (2), ácido 3 β ,19 α , 23-triidroxiurs-12-en-28-oico (3), ácido 2 α , 3 α ,19 α , 23- tetraidroxiurs-12-en- 28-oico (4) e espinasterol (5). Fonte: Adaptado Montenegro, *et al.* (2006).

A guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) é uma espécie arbórea, pertence à família *Sapotaceae*, com 20 a 30 m de altura e 60 a 100 cm de diâmetro (Figura 7). Sua produção por planta é de 1000 a 3000 frutos. Seus frutos possuem de 4 a 5 cm de comprimento, cor da casca amarelada quando maduro e sua polpa pode ser consumida *in natura*, ou ser utilizada na fabricação de picolés e sucos. A família *Sapotaceae* possui cerca de 325 espécies e apesar da sua importância econômica tem sido pouco estudada (CABRAL, *et al.*, 2013).

As frutas nativas brasileiras e, especialmente as de ocorrência na região Centro-Oeste, podem ser utilizadas para o consumo *in natura* ou para a produção de doces, geleias, sucos e licores, além de serem utilizadas com sucesso na recuperação de áreas desmatadas e degradadas, controle de erosão e no plantio de áreas de proteção ambiental (MONTENEGRO, *et al.*, 2006).



Figura 7. Planta de Guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) com frutos (PANORAMIO, 2013).

2.5.3 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DA *LACTUCA SATIVA* L. (Alface)

Lactuca sativa L., popularmente conhecida como alface, é uma planta herbácea, que pertence à família Asteracea. É uma planta originária de clima temperado, muito delicada, com caule diminuto não ramificado, anual e tradicionalmente consumida crua. As folhas são grandes e podem ser classificadas como lisas, crespas e frisadas, de coloração verde ou roxa, fechando-se ou não na forma de “cabeça”, estando presas ao caule (FIGUEIRA, 1982; HENZ & SUINAGA, 2009).

A alface é uma hortaliça folhosa plantada e consumida em todo o Brasil, rica em fonte de vitaminas A, B1, B2, C e sais minerais. É uma das principais hortaliças utilizadas em dietas balanceadas recomendadas por nutricionistas. Dentre as várias espécies cultivadas no Brasil, as mais consumidas são: alface crespa, representando 70% do mercado, seguida da alface americana com 15%, lisa com 10% e outras como mimosa, vermelha e romana com 5% (SANTOS, *et al.*, 2011).

A *L. sativa* é usada como alvo no estudo da alelopatia, sendo uma das principais espécies utilizadas pela sua sensibilidade, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Outras vantagens dessa espécie que favorecem sua utilização são a germinação rápida (em aproximadamente 24h); crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos (SOUZA FILHO & DUARTE, 2007).

2.5.4 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA *RAPHANUS SATIVUS* L. (Rabanete)

A espécie *Raphanus sativus* L., é conhecida popularmente como rabanete e é uma hortaliça que pertence à família das Brassicáceas. É uma hortaliça originária da Europa, de baixo porte e anual. Apresenta cultura de ciclo mais curto quando comparada com outras hortaliças, sendo considerada boa opção para o produtor rural, por ser uma das culturas de ciclo mais curto dentre as hortaliças (STEINER, *et al.*, 2009).

O rabanete produz raízes globulares, de coloração escarlate-brilhante e polpa branca, nas cultivares de maior aceitação. No Brasil são produzidas em média 5 mil toneladas anual, cultivadas e consumidas principalmente nas regiões sul e sudeste. Os principais cultivares comerciais, híbridos ou de polinização aberta são: Crimson Gigant, Akamura, Fogo, Comprido Vermelho, Precoce Scarlet Globe, Sparkler Ponta Branca, Híbrido Chierriete, Híbrido Juliete, Híbrido. Crunchy e Híbrido nº 19 (AZEVEDO, 2008).

2.6 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Extração se refere à separação de compostos químicos a partir do tecido vegetal ou animal, perante a utilização de solventes adequados. O processo de extração em plantas tem por objetivo a remoção, de forma mais seletiva e completa possível, de substâncias ou frações ativas (compostos bioativos) que possam estar contidas no vegetal. Normalmente os extratos brutos vegetais são compostos de misturas complexas, constituídas quase sempre por diversas classes de metabólitos secundários, contendo diferentes grupos funcionais (EMBRAPA, 2011; MELECCHI, 2005).

Dentre as técnicas conhecidas de extração sólido-líquido, geralmente as mais usadas são a maceração, a percolação (método de extração a frio), o Soxhlet (método de extração a quente) ou o ácido-base. Antes de fazer qualquer processo de extração, deve-se avaliar a eficiência do método utilizado, a estabilidade das substâncias extraídas, a disponibilidade dos solventes e o custo do processo escolhido, levando em consideração a finalidade do extrato que se quer preparar (MACIEL, *et al.*, 2002; MELECCHI, 2005).

Metodologias que envolvem maceração ou aquecimento do material vegetal, ou extrações que não utilizam como solvente a água, podem extrair substâncias diferentes, que em condições normais não seriam liberados pela planta, obtendo resultados distintos do que encontrados na natureza (EMBRAPA, 2011).

Alguns dos processos mais utilizados na extração de produtos vegetais são:

a) Extrações a frio

- Maceração: é o processo em que a extração da matéria-prima vegetal é realizada em recipiente fechado, com solventes preestabelecidos, em temperatura ambiente, durante 2 a 14 dias. É um método escolhido quando os princípios ativos podem ser degradados com o aumento de temperatura e solúveis em temperatura ambiente (MELECCHI, 2005).
- Percolação: ao contrário da maceração é um processo dinâmico, utiliza solventes específicos, com gradiente de polaridade, apresenta como vantagens economia do líquido extrator e tempo relativamente menor, podendo levar ao esgotamento dos compostos da amostra. (MACIEL, *et al.*, 2002).

b) Extrações a quente em sistemas abertos

Este tipo de extração pode ser definido por dois tratamentos diferentes: infusão (I) e decocção (D). A resolução da diretoria colegiada nº 83, de 13 de dezembro de 2004 da

Agência Nacional de Vigilância Sanitária no art. 1º, define os métodos de extração por infusão e decocção como descrito a seguir (ANVISA, 2010):

- Infusão: é o método de preparação no qual a água, em temperatura acima de 90°C, é vertida sobre o produto que deve permanecer em repouso.
- Decocção: é o método de preparação no qual o produto é fervido durante certo tempo, com um solvente (normalmente água) até a ebulição.

c) Extrações a quente em sistemas fechados

- Arraste por vapor d'água: é o método de extração de óleos voláteis, principalmente de plantas frescas.
- Extração em aparelho de Soxhlet: é o método utilizado para extrair sólidos com solventes voláteis com o auxílio do extrator de soxhlet, preferencialmente orgânicos, e a extração pode variar de 1 a 72 horas.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa científica. A estatística vem contribuindo na ciência com o fornecimento de modelos úteis que sofisticaram o processo de pesquisa, indicando os melhores parâmetros de investigação.

A estatística é considerada um método de análise quando serve de instrumento particular a determinada ciência como na Agronomia, na Biologia, na Física, na Química, na Matemática, na Medicina, na Psicologia, entre outras (IGNÁCIO, 2010).

Existem vários e diferentes tipos de testes estatísticos que podem ser utilizados para a análise de dados experimentais e a escolha do teste específico deve ser realizada de acordo com o tipo de variáveis estudadas, as quais dependem do tipo ou desenho do estudo, que por sua vez necessita do objetivo da pesquisa.

No aspecto do teste de comparação de múltiplas, é importante sempre ter em mente que qualquer inferência estatística realizada pode estar sujeita a erro. Esses erros podem ser classificados em três: Tipo I, Tipo II e Tipo III. O erro tipo I é referente a probabilidade de (α) de rejeitar uma hipótese verdadeira. O tipo II é referente a probabilidade de (β) de aceitar a hipótese como verdadeira, sendo ela de fato uma hipótese falsa. O tipo III se refere a probabilidade de considerar um nível de tratamento como superior ao outro tratamento, mesmo quando a o fato do segundo nível supera o primeiro (SILVA, 2003).

Existem diversos testes de comparação múltipla, e eles diferem entre si pelo controle do tipo de erro. O teste de Duncan e o LSD (baseado na distribuição de t student) são baseados no erro tipo I, ou seja, não controlam a taxa de erro por experimento, mas por outro lado, eles controlam a taxa de erro por comparação. No teste de Tukey e Scheffé há o controle adequado das taxas de erro tanto por experimento quanto por comparação, preservando o nível nominal de significância (α). Além desses testes, pode-se citar os testes de Bonferroni, Student-Kenewman-Keuls (SNK) e o Scott e Knott (SK), que são também utilizados. Cada teste estatístico possui características próprias, que devem ser observadas para que possam ser aplicadas corretamente, sempre observando e controlando o erro tipo I e II (SILVA, 2013).

O Teste de Tukey é um dos testes estatísticos mais utilizados, por ter bom controle dos erros tipo I e II, e a relativa simplicidade de aplicação.

O Teste de Tukey é baseado na amplitude total estudentizada, podendo ser utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. Sendo um teste exato e de uso muito simples tanto para o número de repetições quanto para todos os tratamentos (SILVA, 2003).

Sendo que a estatística do teste é dada da seguinte forma:

$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMRes}{r}}$$

Sendo que, q é a amplitude total studentizada, QMRes e o quadrado médio do resíduo, e r é o número de repetições. E, o valor de q depende do número de tratamentos e do número de graus de liberdade do resíduo.

Neste estudo, as variáveis analisadas foram submetidas ao modelo de análise estatística de 95% de confiança pelo teste de comparações múltiplas - Teste de Tukey.

Neste trabalho também foi utilizada a estatística descritiva considerando a correlação de Pearson. O coeficiente de Person pode ser usado para medir a força, a intensidade ou o grau de relação linear, entre duas variáveis. Para a determinação significativa de amostras pequenas o coeficiente de correlação linear de Pearson precisa ter elevada magnitude (próximo de |1|). O coeficiente de correlação linear de Pearson é considerado um método eficiente para investigar as relações lineares (tendências) entre as espécies em estudo, sendo que, as inter-relações poderão fornecer informações importantes, principalmente na identificação de caracteres para seleção indireta. (FILHO, *et al.* 2011)

2.8 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

Nas últimas décadas, o estudo químico vem trazendo grande avanço científico no conhecimento das plantas, principalmente com relação à identificação de novos compostos químicos.

Dos vegetais podem ser extraídas diversas substâncias, que apresentam grande potencial de utilização na alimentação e principalmente na saúde. Esta aplicabilidade tem despertado o interesse de farmacêuticos, químicos, médicos, agrônomos e mais recentemente de leigos na busca de novas aplicações, ou justificativas das atividades medicinais já observadas em determinadas plantas.

Dentro do âmbito da química orgânica o estudo das plantas tem como objetivo a elucidação e caracterização de estruturas química presentes nesses vegetais (SILVA, *et al.*, 2010; RICARDO, 2011).

O conhecimento sobre as plantas vem acompanhando o homem desde a sua evolução na Terra. O conhecimento empírico sobre as plantas vem sendo adquirido desde as civilizações primitivas, conhecimento este relacionado a utilização na alimentação, no tratamento de doenças e também com sua toxicidade. Desta forma, surgiu a fitoquímica, ciência que estuda os compostos químicos provenientes do metabolismo de vegetais (RICARDO, 2011).

O termo fitoquímica é derivado de duas palavra gregas *pharmakon* = droga, e *gnosis* = conhecimento, ou seja, é o estudo do uso, da produção, da história, do armazenamento, da comercialização, da identificação, da avaliação e do isolamento de princípios ativos, inativos ou derivados de vegetais (RICARDO, 2011).

O conhecimento prévio da presença de determinadas classes de metabólitos secundários encontrados nas plantas, se torna necessário para a detecção de princípios ativos. Uma vez detectada a presença desses grupos químicos, o estudo fitoquímico, farmacológico e biológico é direcionado (RICARDO, 2011).

3. OBJETIVO GERAL

Verificar a atividade alelopática de extratos aquosos das folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk)

sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.).

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Verificar os potenciais alelopáticos de extratos aquosos das folhas *in natura* e seca de caju-de-árvore-do-cerrado sobre parâmetros de germinação e crescimento das plântulas das espécies alface e rabanete.
- ✓ Verificar os potenciais alelopáticos de extratos aquosos das folhas *in natura* e seca de guapeva sobre parâmetros de germinação e crescimento das plântulas das espécies alface e rabanete.
- ✓ Comparar o potencial do extrato aquoso das folhas *in natura* e secas do caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva submetido aos dois tratamentos: infusão e decocção.
- ✓ Identificar qual diluição do extrato apresenta maior influência negativa sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete.

5. MATERIAS E MÉTODOS

5.1 LOCAL E DATA DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Águas e Efluentes do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde- GO e no Laboratório de Orgânica da Universidade Estadual de Goiás- UnUCET, Anápolis- GO, nos anos de 2013 e 2014.

5.2 ESPÉCIES UTILIZADAS

Para a realização dos experimentos foram utilizadas as sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.) como plantas-testes, obtidas no comércio local, sendo utilizados os produtos da empresa Feltrin- Importadora de Sementes Ltda (linha econômica) de fonte comercial.

As sementes de alface utilizadas foram da variedade “Repolhuda todo ano”, em embalagem com peso líquido: 700 mg, com germinação na taxa de 98% e pureza de 100%. As sementes de rabanete utilizadas foram da variedade “Crimson Gigante”, de embalagem de peso líquido: 1,40g, com germinação na taxa de 95%, e pureza: 100%.

Foram utilizadas folhas frescas e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado e de guapeva, coletadas no Campus do IF Goiano, Rio Verde. Uma exsicata da espécie foi

incorporada ao acervo do Herbário “Rio Verde” (IF-Goiano, Rio Verde - Go), sob os seguintes números: 495 para as folhas do *Anacardium othonianum* Rizz (caju-de-árvore-do-cerrado) e 149 para as folhas de *Pouteria gardneriana* Radlk (guapeva).

5.3 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

Para a realização do primeiro bioensaio, foram utilizadas as folhas frescas de caju-de-árvore-do-cerrado e de guapeva. As folhas coletadas foram trituradas em moinho de facas à forma de pó para a preparação dos extratos brutos (Figura 8).

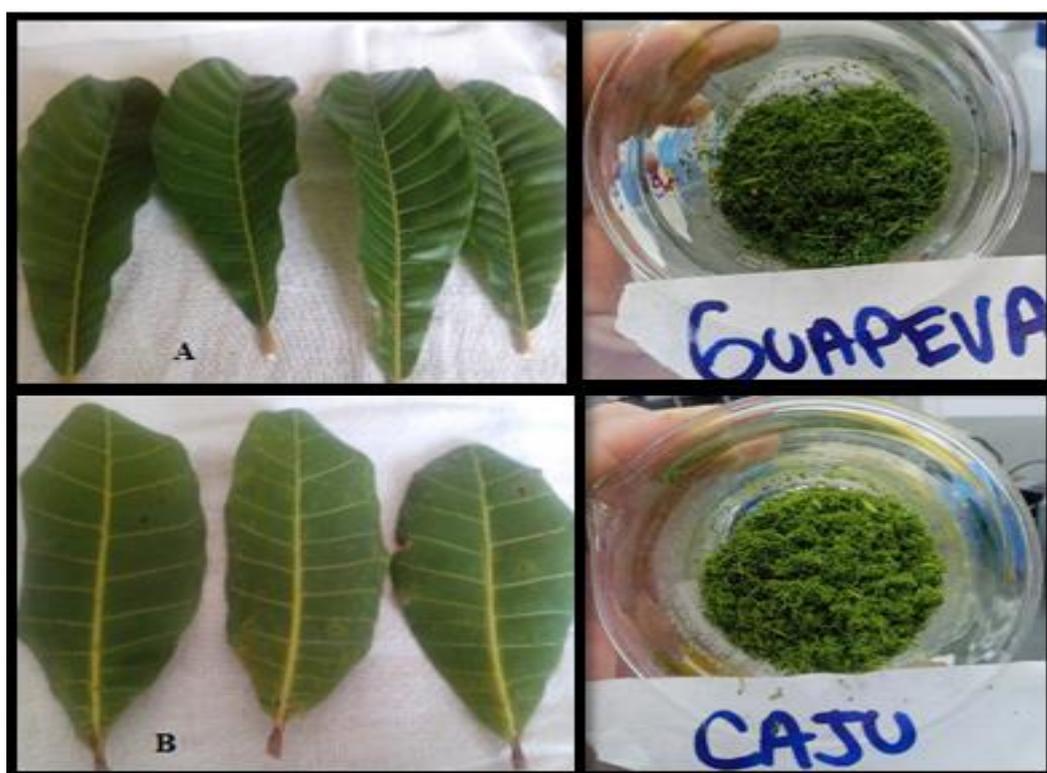


Figura 8. Folhas frescas de: (A) guapeva inteiras e trituradas e (B) caju-de-árvore-do-cerrado inteiras e trituradas.

O material vegetal fresco foi triturado e submetido a dois métodos de extração utilizando como solvente apenas água destilada. Os métodos utilizados foram a infusão (I) e a decocção (D).

Para obtenção do extrato por infusão, 100 mL de água destilada, aquecida previamente a 100°C, foram adicionados a 10 g do material vegetal triturado. A mistura permaneceu em equilíbrio por 15 minutos e em seguida foi realizada a filtração simples para a separação do material vegetal e do extrato bruto. O extrato bruto obtido foi diluído com água destilada na proporção de 1:10 v/v para obter diluições de 10^{-2} a 10^{-6} v/v.

Para o procedimento de decocção 10 g do material vegetal triturado foram misturados com 100 mL de água destilada e, em seguida, a mistura foi aquecida a 100 °C utilizando chapa de aquecimento na qual se promoveu o controle da temperatura. O aquecimento foi mantido por 15 minutos e, na sequência, a mistura foi filtrada para separação do extrato bruto e do material vegetal. Promoveu-se a diluição do extrato bruto com água destilada na proporção de 1:10 v/v para obter diluições de 10^{-2} a 10^{-6} v/v.

Para a condução do segundo bioensaio, foram utilizadas as folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado e de guapeva. O material vegetal foi coletado e seco em temperatura ambiente com circulação de ar no período de 7 dias. Por causa da remoção da água, as folhas de caju-de-árvore-do-cerrado tiveram a redução de 60,5% de sua massa, já as folhas de guapeva apresentaram diminuição de 54,9% de sua massa. Em seguida as folhas foram moídas em moinho de facas em forma de pó (Figura 9).

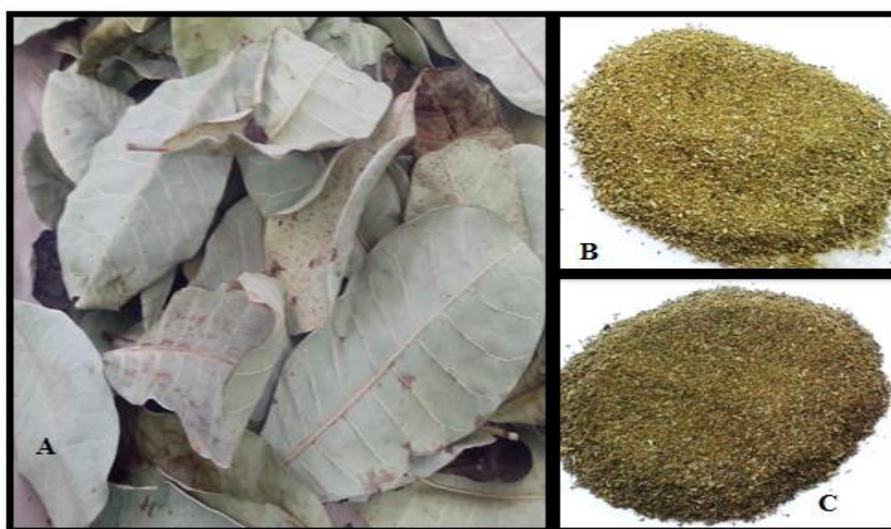


Figura 9. Folhas secas (inteiras) de caju-de-árvore-do-cerrado (A), folhas moídas de caju-de-árvore-do-cerrado (B) e folhas moídas de guapeva.

Para obtenção do extrato por infusão, tanto para as folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado quanto para as folhas secas de guapeva, pesou-se 10 g do material vegetal triturado, que posteriormente foram adicionados a 100 mL de água destilada, aquecida previamente a 100°C. A mistura permaneceu em repouso por 15 minutos e em seguida foi realizada a filtração simples para a separação do material vegetal e do extrato bruto. Após a obtenção dos extratos brutos, o mesmo foi diluído com água destilada na proporção de 1:10 v/v para obter diluições de 10^{-2} a 10^{-6} extrato bruto/água.

Para obtenção do extrato por decocção, tanto para as folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado quanto para as folhas secas guapeva, foram utilizados 10 g do material

vegetal triturado, que foi misturado com 100 mL de água destilada e, em seguida, a mistura foi aquecida a 100°C, utilizando a chapa de aquecimento. O aquecimento foi mantido por 15 minutos e, na sequência, foi realizada a filtração simples para separação do extrato bruto e do material vegetal. Posteriormente, foi realizada as diluições dos extratos brutos com água destilada na proporção de 1:10 v/v para obter diluições de 10^{-2} a 10^{-6} extrato bruto/água, sendo a diluição 10^{-1} considerada como o extrato bruto.

5.4 REALIZAÇÃO DOS BIOENSAIOS

O estudo de efeito alelopático com os extratos aquosos das folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e das folhas de guapeva, foi realizado em capela de fluxo laminar vertical utilizando materiais previamente esterilizados. Os materiais previamente limpos e secos foram submetidos à esterilização em autoclave por 15 minutos na pressão de 1 atm.

Para realização dos testes de germinação e crescimento das sementes de alface foram preparadas 39 placas de petri (para cada extrato aquoso das plantas) contendo o papel de filtro estéril e foram inseridas 15 sementes de alface em cada placa. Em três placas foi adicionada apenas água destilada estéril (3 mL) que foram mantidas como controle e em dezoito placas foi adicionado um mililitro do extrato obtido por infusão das folhas *in natura* mais dois mililitros de água destilada, em dezoito placas foi adicionado o extrato obtido por infusão das folhas secas (1 mL) mais água destilada (2 mL), em dezoito placas foi adicionado o extrato obtido por decocção das folhas *in natura* (1 mL) juntamente com água destilada (2 mL) e em dezoito placas foi adicionado o extrato obtido por decocção das folhas secas (1 mL) e água destilada (2 mL), considerando, para cada extrato, as seis diluições realizadas (teste realizado em triplicata). As placas foram vedadas com parafilme para evitar a evaporação da água e contaminação e mantidas em temperatura ambiente (28 à 32°C) por 7 dias e sob luz artificial constante.

Para as sementes de rabanete foram preparadas 39 placas de petri (para cada extrato aquoso das plantas) contendo o papel de filtro estéril e foram inseridas 5 sementes de rabanete. As sementes foram umedecidas com 3 mL de água destilada estéril em três placas, mantidas como controle e nas demais placas foram adicionados 2 mL de água destilada e 1 mL dos extratos aquosos obtidos por infusão (72 placas) e decocção (72 placas). Este sistema foi vedado e mantido sob luz artificial branca constante e a temperatura ambiente por 7 dias.

Após 7 dias de incubação, foi realizada a avaliação da germinação e a determinação do comprimento da radícula e da parte aérea das plântulas (MAPA, 2009).

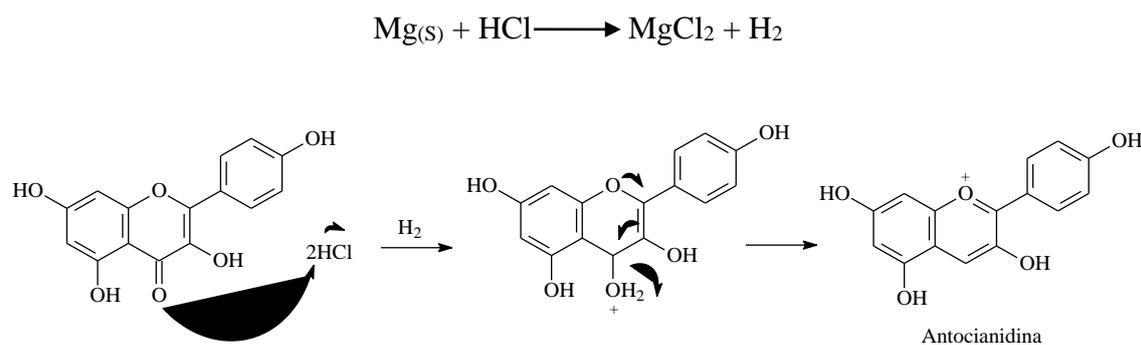
5.5 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

A prospecção fitoquímica realizada nesse estudo teve como objetivo evidenciar qualitativamente as principais classes de metabólitos secundários presente nas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e nas folhas de guapeva, como, flavonoides, saponinas, antraquinonas, glicosídeos cardioativos, taninos e alcaloides. Dentro da classe dos alcaloides, foram realizados testes para alcaloides quinólicos, alcaloides isoquinólicos, alcaloides púricos e alcaloides indólicos.

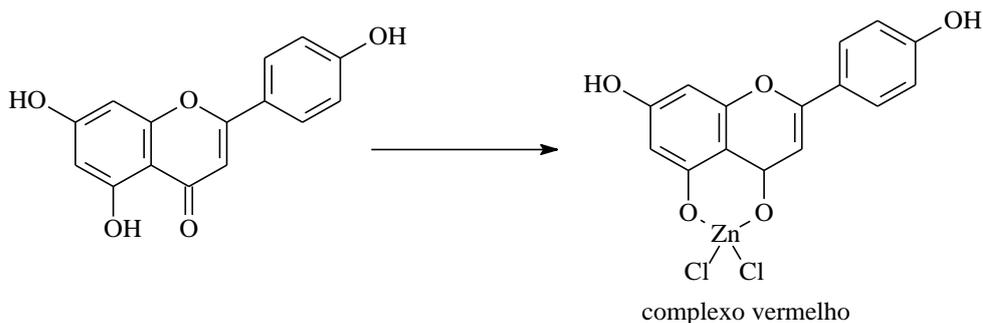
A metodologia utilizada para a realização do teste da prospecção química foi proposta por Fonte e colaboradores (2007) e foram utilizados os seguintes procedimentos:

Identificação genérica de flavonoides: utilizaram os testes de Shinoda e Pew. Nestes procedimentos, realizou-se primeiramente, a extração etanólica à quente da amostra de folhas secas e trituradas que posteriormente foi filtrada com algodão, obtendo o extrato alcoólico das folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva.

Teste de Shinoda: Para realização do teste de Shinoda aos extratos alcoólicos foram adicionados magnésio metálico e ácido clorídrico concentrado. A observação da mudança da coloração de verde para rósea a vermelha indica a presença de flavonoides.



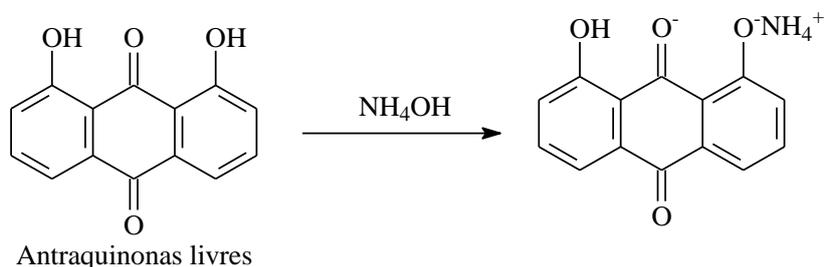
Teste de PEW: Neste procedimento o extrato alcoólico foi aquecido até a secura em cápsula de porcelana e posteriormente foram adicionados metanol, zinco metálico e gotas de ácido clorídrico concentrado. O desenvolvimento lento da coloração vermelha indica a presença de flavonoides.



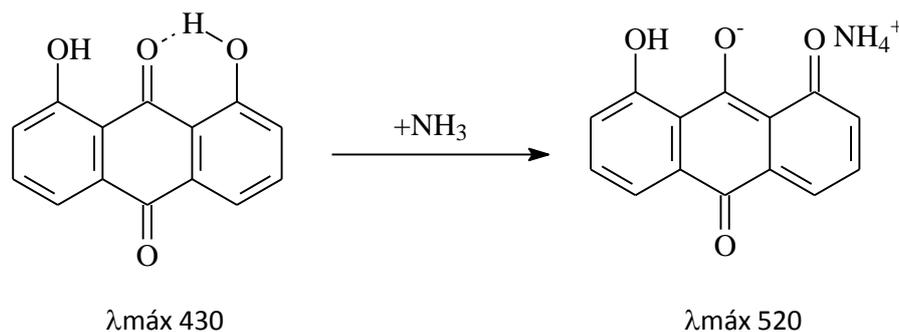
Identificação dos metabólitos taninos: neste procedimento são utilizadas duas reações, reação com gelatina e reação com alcaloide, para identificação de taninos. Inicialmente foi realizada a extração aquosa a quente com as amostras das folhas seguido de filtração. Para a reação com gelatina o extrato aquoso das folhas foi adicionado a solução de gelatina 2% recém-preparada e a observação da formação da solução turva ou formação de precipitado indica presença de taninos. Para a reação com alcaloides, foram adicionados gotas de cloridrato de quinina 1% aos extratos aquosos das folhas e a formação de precipitado ou de uma solução turva indica a presença de taninos.

Identificação de heterosídeos antraquinônicos: foram utilizadas duas reações: reação de Bornträger direta para antraquinonas livres e a reação de Bornträger para glicosídeos antraquinônicos e dímeros.

Reação de Bornträger direta para antraquinonas livres: Para identificação de antraquinonas livres, foram adicionados 3 mL da solução NH_4OH diluída às folhas fragmentas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva. A observação da coloração rósea à avermelhada indica a presença de antraquinonas livres.



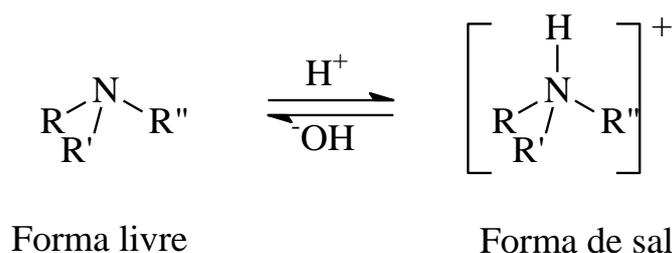
Reação de Bornträger para glicosídeos antraquinônicos e dímeros: Para a identificação de glicosídeos antraquinônicos e dímeros, foi utilizada a reação de Bornträger com prévia hidrólise ácida. A observação da coloração rósea ou avermelhada na fase aquosa indica a presença de glicosídeos antraquinônicos e dímeros.



Identificação de heterosídeos saponínicos: Para identificação de saponinas, utilizou-se o índice de espumídico, para tanto, as folhas fragmentadas das amostras foram colocadas em água destilada, fervidas por dois minutos e após o resfriamento, a solução foi agitada para formação da espuma. A formação de espuma persistente por mais de 15 minutos indica a presença de heterosídeos saponínicos.

Identificação dos glicosídeos cardioativos: foi utilizada a reação de Keller-Kiliani. Primeiramente foi realizada a extração dos glicosídeos presentes nas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva, com reagentes específicos e posteriormente foi adicionado o reativo de Keller e o reativo de Kiliani. A formação do anel castanho-avermelhado na região de contato das fases indica a presença de glicosídeos cardioativos.

Identificação geral da classe dos alcaloides: foram utilizados os reativos gerais de alcaloides (RGA), sendo eles: o reativo de Mayer, o reativo de Dragendorff, o reativo de Bouchardat, o reativo de Bertrand e o reativo de Hager. Para a realização das análises de identificação direta (porção A) foram utilizados cinco tubos de ensaio contendo as folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva aos quais foi adicionado ácido clorídrico diluído. Posteriormente foram adicionados os diferentes reativos gerais de alcaloides e a formação de solução turva ou formação de precipitado indicou resultado positivo para classe de alcaloides. Foi realizada pesquisa confirmatória (porção B) adicionado hidróxido de amônio diluído às folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva, com posterior adição dos reagentes específicos. A formação de solução turva ou precipitado confirma a presença dos alcaloides.



Identificação específica para determinadas classes de alcaloides (alcaloides quinólicos, alcaloides isoquinólicos, alcaloides púricos e alcaloides indólicos): Foram utilizados reagentes específicos para determinação de cada classe de alcaloides e os procedimentos estão descritos a seguir.

Identificação dos alcaloides isoquinólicos: inicialmente foi realizada a extração etanólica a frio com as folhas secas e trituradas das plantas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva, com posterior filtração com algodão. O extrato obtido foi evaporado em banho-maria e foram acrescentadas gotas de vanilina clorídrica a 1%. A observação da coloração vermelha a castanho-avermelhado indica a presença de alcaloides isoquinólicos.

Identificação de alcaloides indólicos: foi adicionado ácido clorídrico diluído às folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva para promover a extração ácida e posteriormente foi realizada a alcalinização do extrato utilizando hidróxido de amônio diluído. Na sequência, realizou-se a extração com diclorometano, separando a fase orgânica em cápsulas de porcelana e levando a secura em banho-maria. Foi promovida, então, a reação de Otto. A observação da coloração vermelha indica a presença de alcaloides indólicos.

Identificação de alcaloides quinólicos: foi realizada a extração ácida a quente utilizando as folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva e ácido sulfúrico 1%. Promoveu-se a filtração e os extratos obtidos foram alcalinizados com hidróxido de amônio diluído. Realizou-se nova extração com diclorometano e a fase orgânica foi separada para análise. A nova porção dos extratos foram levados a secura em banho-maria e posteriormente foi adicionado H₂SO₄ a 1%. Essa amostra foi distribuída em tubos de ensaio para execução dos testes com os RGA. A formação de solução turva ou precipitado confirma a presença dos alcaloides quinólicos após comparados com o branco (toda a extração sem adição dos RGA).

Identificação de alcaloides púricos: realizou-se a extração alcalina utilizando as folhas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva e hidróxido de amônio. Em seguida foi adicionado diclorometano e a amostra foi agitada e filtrada. A fase orgânica foi colocada

em cápsulas de porcelana e aquecida até a secura. Dissolveu-se o resíduo obtido com ácido sulfúrico diluído e a amostra foi distribuída em tubos de ensaio, e foram acrescentados gotas dos RGA, para posterior comparação com o branco. A formação de solução turva ou precipitado confirma a presença dos alcaloides púricos.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Neste estudo, as variáveis (germinação, comprimento da parte aérea e da radícula da planta) foram submetidas ao modelo de análise estatística de 95% de confiança pelo teste de comparações múltiplas - Teste de Tukey. As análises estatísticas foram executadas pelo *software* Origin Pro 8 e pelo SISVAR – Sistema de Análise de Variância - da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 1999).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 FOLHAS *IN NATURA* E SECAS DE CAJU-DE-ÁRVORE DO CERRADO (*Anacardium othonianum* Rizz)

Os resultados das médias de germinação em sementes de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média de germinação em sementes de alface, submetidos ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições dos extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, Rio Verde -Go.

| Diluições | Alface (Folhas <i>in natura</i>) | | Alface (Folhas secas) | |
|--------------------------|--------------------------------------|----------|--------------------------|----------|
| | Infusão | Decocção | Infusão | Decocção |
| Controle | 15,0 a | 15,0 a | 14,6 a | 14,6 a |
| 10 ⁻¹ | 13,6 a | 12,6 b | 12,0 b | 11,3 b |
| 10 ⁻² | 14,6 a | 14,3 a | 13,0 a | 14,6 a |
| 10 ⁻³ | 14,6 a | 14,3 a | 12,6 a | 14,3 a |
| 10 ⁻⁴ | 14,3 a | 14,6 a | 14,4 a | 14,3 a |
| 10 ⁻⁵ | 14,3 a | 14,6 a | 15,0 a | 14,6 a |
| 10 ⁻⁶ | 13,6 a | 14,3 a | 14,6 a | 13,6 a |
| Coefficiente de variação | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Correlação de Pearson | 0,26 | 0,44 | 0,38 | 0,32 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para avaliar a germinação das sementes de alface tratadas com os extratos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, estas foram comparadas com as sementes tratadas com água destilada (controle).

Foi observado efeito alelopático inibitório significativo na diluição 10^{-1} do extrato aquoso das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado obtido por decocção (Figura 11), já para os extratos obtidos pelo método de infusão, não foram observados efeitos significativos (Figura 10).

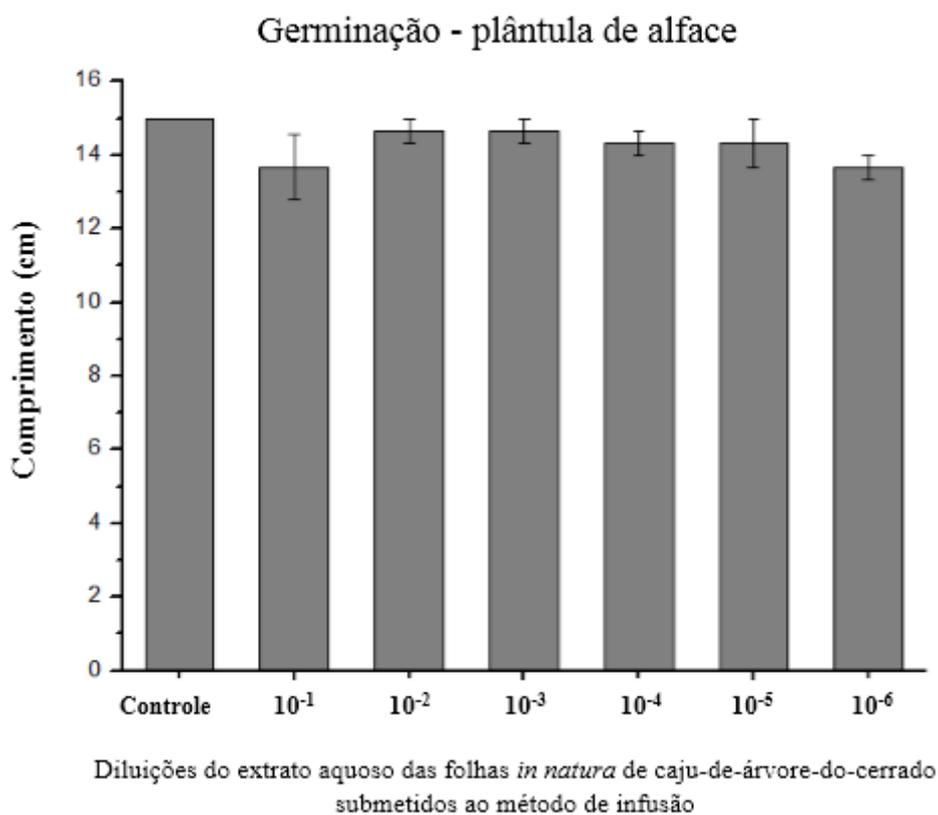


Figura 10. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado.

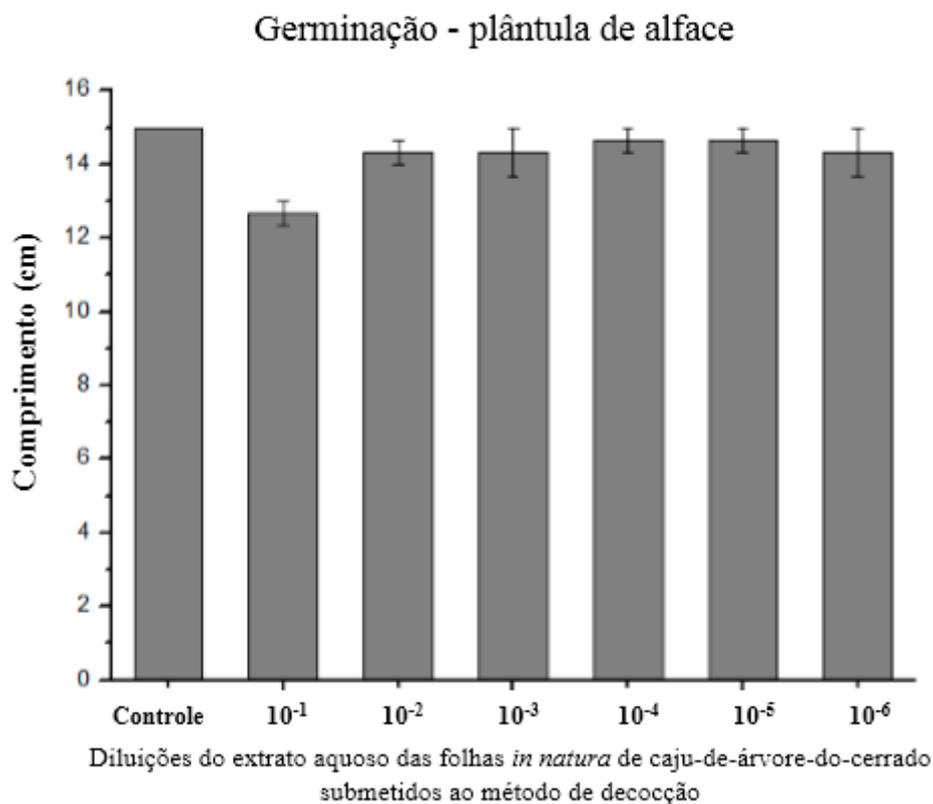


Figura 11. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado.

Na diluição 10^{-1} do extrato aquoso das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado obtido por infusão e decocção, foram observados efeitos inibitórios quando estes extratos foram adicionados às sementes de alface (Figura 12 e 13). A alface tem sido amplamente utilizada para ensaios alelopáticos pela alta sensibilidade e rápida germinação (DING, *et al.*, 2008). O efeito inibitório observado deve estar relacionado com a quantidade do metabólito extraído já que foi observado apenas na menor diluição realizada. Além disso, este resultado também evidencia que o método de extração influencia nos metabólitos extraídos considerando que foi observado apenas para o extrato aquoso das folhas *in natura* obtido por decocção.

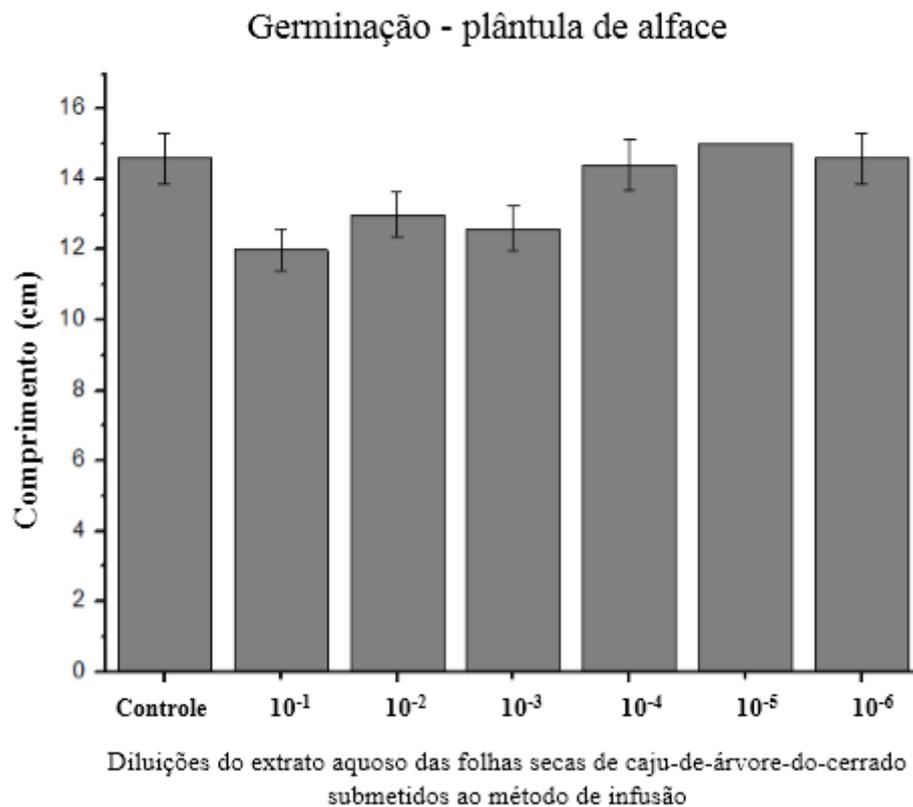


Figura 12. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado.

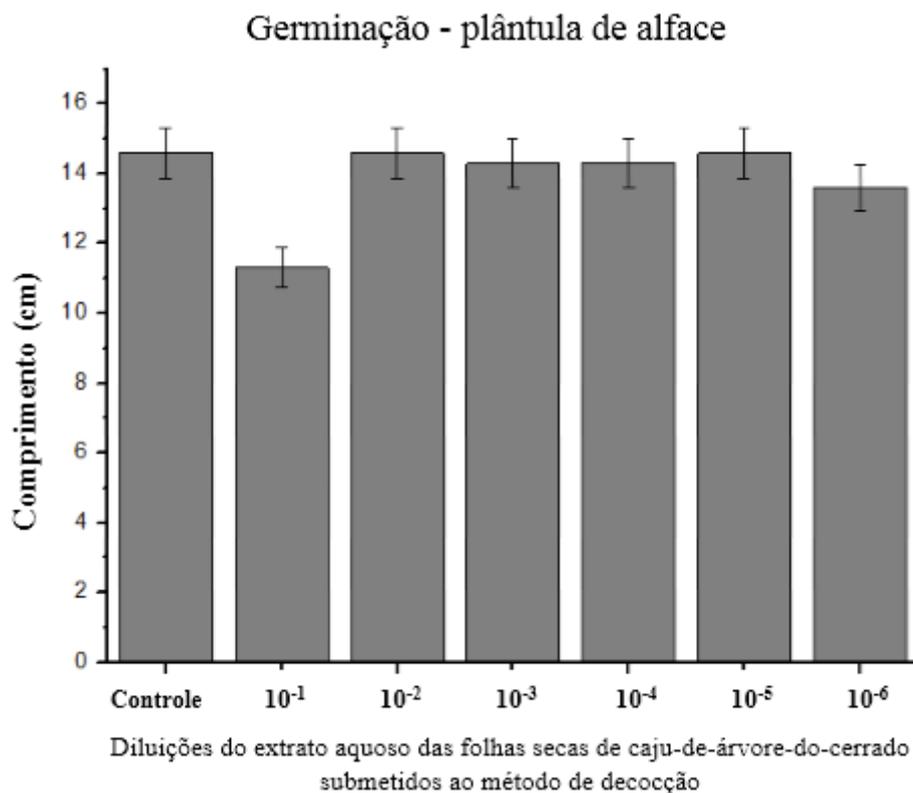


Figura 13. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado.

Resultados semelhantes a este foram observados por Periotto, *et al.* (2004) estudando o efeito alelopático da *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação da Alface e Rabanete. Os autores utilizaram extratos aquosos de plantas adultas de *Andira humilis* Mart. ex Benth em diferentes diluições e observaram que o extrato mais concentrado (16% p/v) produziu efeito inibitório significativo na porcentagem de germinação da alface e do rabanete e nas demais diluições este efeito não foi constatado.

Outro trabalho realizado por Ding, *et al.* (2008), evidencia a influência da concentração do metabólito no crescimento da raiz da alface (*Lactuca sativa* L.). Nesse trabalho, os autores avaliaram o crescimento da raiz em diferentes concentrações de Leukamenin E, um diterpenoide isolado da espécie *Isodon racemosa* (Hemsl) Hara, e observaram efeito inibitório significativo em concentrações acima de 50 μ M, sendo este efeito mais intenso na maior concentração utilizada (200 μ M).

No trabalho realizado por Gusman, *et al.* (2011), os autores estudaram o potencial alelopático dos extratos aquosos das folhas secas de picão-preto (*Bidens pilosa* L.), de leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) e de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), de alface (*Lactuca sativa* L. grand rapids), de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata kenzan) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.). Os extratos concentrados das três espécies (100%) foram diluídos quatro vezes, obtendo as soluções de 10, 30, 50 e 70% e para o tratamento controle foi utilizada água destilada. Os autores observaram que não ocorreu efeito alelopático dos extratos aquosos de tiririca em diferentes diluições sobre a germinação das sementes de alface, quando comparadas com o controle. Já utilizando os extratos aquosos de picão-preto, a germinação de sementes de alface foi reduzida com o aumento das concentrações e o mesmo efeito foi observado ao utilizarem extratos de leiteiro, havendo inibição na germinação das sementes de alface, quando comparadas ao controle.

Os resultados dos comprimentos da radícula das plântulas de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Comprimento da radícula das plântulas de alface, submetida ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde-Go.

| Diluições | Alface (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (I) (Folhas secas) | Alface (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) |
| Controle | 2,86 ad | 2,55 ab | 2,86 a | 2,55 a |
| 10 ⁻¹ | 0,39 b | 2,21 b | 0,17 b | 2,01 b |
| 10 ⁻² | 2,51 ac | 2,67 a | 1,92 c | 2,52 a |
| 10 ⁻³ | 2,08 c | 2,79 a | 2,27 cd | 2,35 ab |
| 10 ⁻⁴ | 3,04 de | 2,51 ab | 2,70 a | 2,06 b |
| 10 ⁻⁵ | 3,48 e | 2,39 ab | 2,59 ad | 2,11 ab |
| 10 ⁻⁶ | 2,54 ac | 2,48 b | 2,87 a | 2,21 ab |
| Coefficiente de variação | 0,56 | 0,54 | 0,53 | 0,61 |
| Correlação de Pearson | 3,08x10 ⁻⁴ | 4,71x10 ⁻⁴ | 5,61x10 ⁻⁵ | 2,67x10 ⁻⁴ |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Foi observada (Tabela 2) a inibição significativa no crescimento da radícula tanto para os extratos das folhas secas quanto para os extratos das folhas *in natura* obtidos pelos dois métodos. Obteve-se efeito inibitório intenso na diluição 10⁻¹ do extrato das *folhas in natura* do caju-de-árvore-do-cerrado, de 86,3% na radícula tratada com o extrato obtido por infusão, obtendo-se também o efeito inibitório com menor intensidade no comprimento da radícula nas plântulas de alface quando tratadas com as diluições 10⁻², 10⁻³ e 10⁻⁶, tendo a redução de 12,2%, 27,3% e 11,2% respectivamente (Figura 14). Para a diluição 10⁻¹ do extrato das *folhas in natura* do caju-de-árvore-do-cerrado submetidas ao método de decocção, observou a diminuição de 94,0% no comprimento da radícula da plântula de alface. Nos extratos obtidos por decocção, obteve-se a redução do comprimento da radícula de 32,9%, 20,6% e 9,4% nas diluições 10⁻², 10⁻³ e 10⁻⁵ respectivamente (Figura 15).

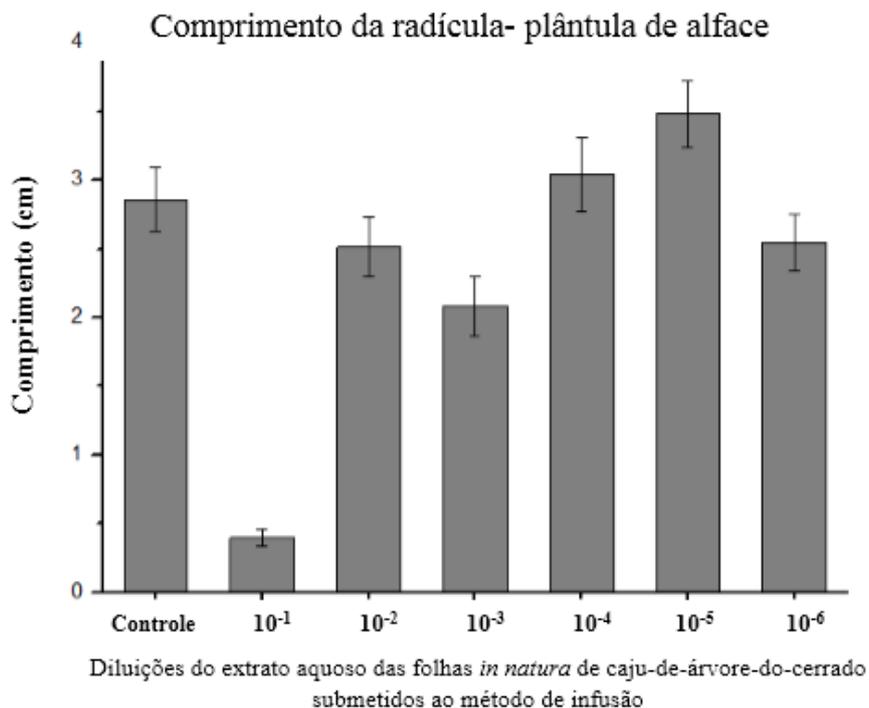


Figura 14. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

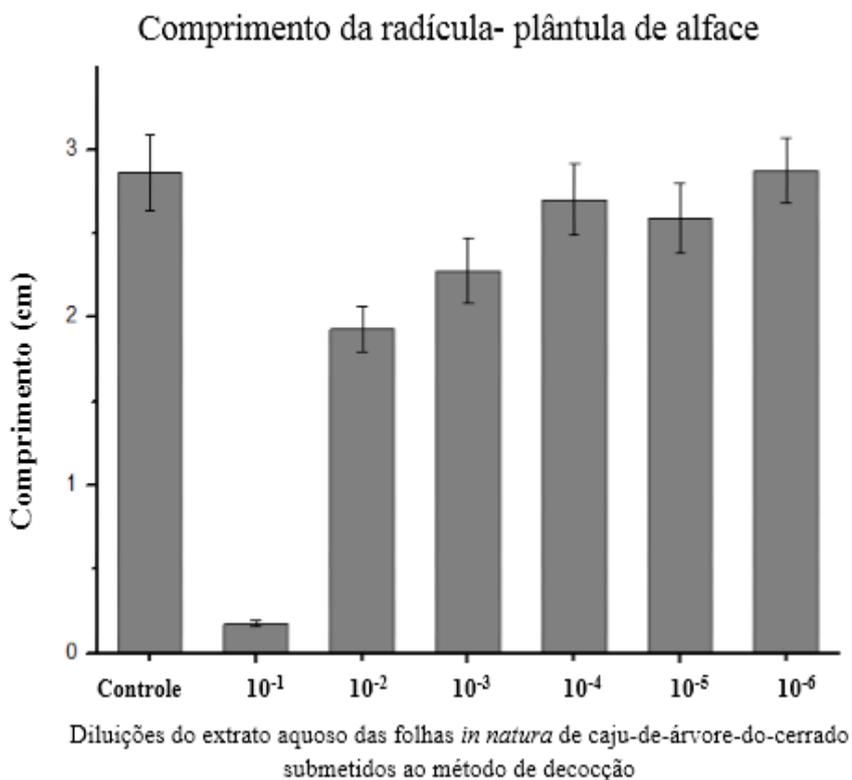


Figura 15. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os extratos aquosos das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado também afetaram o comprimento da radícula da plântula de alface, apresentando a inibição de 13,3%, na radícula tratada com extrato obtido por infusão e de 21,2% na radícula tratada com extrato obtido por decocção na diluição 10^{-1} (Figura 16 e 17).

Rosado, *et al.* (2009) também observaram efeitos inibitórios no comprimento das raízes de sementes de melissa (*Melissa officinalis* L.) quando tratadas com extrato aquoso de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Neste trabalho os autores utilizaram o extrato aquoso de manjeriço nas concentrações de 0,001; 0,01; 0,1 e 1,0% (v/v) observando que ao utilizar a dose de 1% a melissa apresentou menor comprimento da raiz evidenciando o efeito alelopático para esta variável.

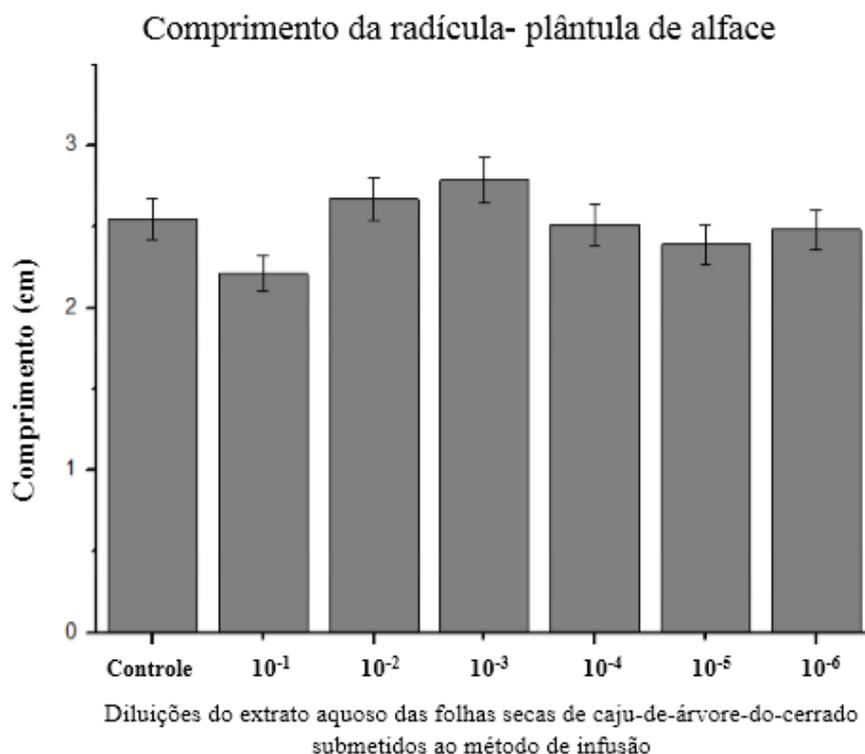


Figura 16. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

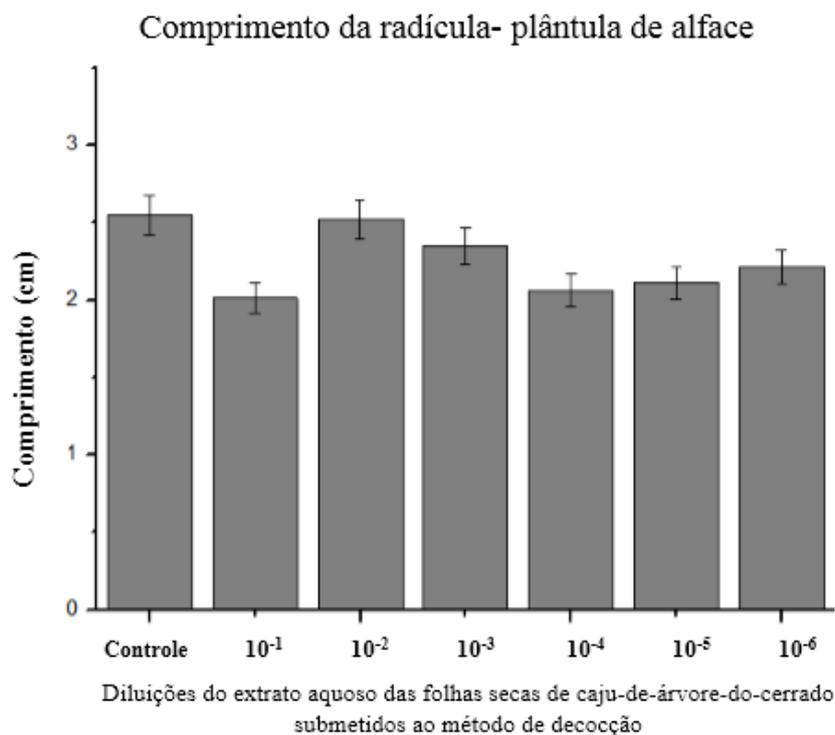


Figura 17. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Rickli, *et al.* (2011), e o extrato aquoso das folhas de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) exerceu efeito inibitório no comprimento médio de raiz da plântula de milho (*Zea mays* L.) apresentando alterações significativas a partir da concentração de 20%, e se observou comprimentos inferiores ao controle.

Outro estudo, desenvolvido por Tur, *et al.* (2010), avaliou o possível efeito alelopático de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas frescas, secas e frutos de pingo-de-ouro (*Duranta repens* L. “Aurea”), sobre a germinação e o crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), em que os extratos aquosos de folhas *in natura* e secas, nas concentrações de 1%, 2% e 4% de pingo-de-ouro (*Duranta repens* L; “Aurea”) reduziram significativamente o comprimento radicular das plântulas de alface.

Do mesmo modo, Wandscheer, *et al.* (2011), estudando a ação alelopática das diferentes concentrações (1, 2 e 4%) dos extratos aquosos de folhas secas e pseudofrutos de uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb) sobre sementes de alface (*Lactuca sativa*,) observaram que os extratos aquosos de pseudofrutos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) na concentração de 2% reduziram significativamente o comprimento radicular

de plântulas de alface em relação ao tratamento controle (água destilada). Nas concentrações 2 e 4% de extratos de folhas secas uva-do-japão, também ocorreram inibições significativas no comprimento radicular das plântulas de alface.

As concentrações 10^{-4} e 10^{-5} do extrato aquoso de caju-de-árvore-do-cerrado, submetido ao tratamento infusão (Tabela 2), apresentaram efeito estimulante no crescimento das plântulas de alface, acarretando crescimento de respectivamente 6,3% e 21,7% no comprimento da radícula de alface, quando comparado com o controle. Este resultado sugere a presença de um ou mais compostos bioestimulantes nestes extratos e remete à possibilidade de avaliações através do isolamento destes compostos. Tur, *et al.* (2010), também observaram em seus estudos de efeito alelopático, que os extratos do fruto pingo-de-ouro (*Duranta repens* L; “Aurea”) na concentração 2% estimularam o crescimento do comprimento radicular das plântulas de alface.

As medidas de comprimento da parte aérea das plântulas de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão e decocção em diferentes diluições são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Comprimento da parte aérea de plântulas de alface, submetida ao tratamento com extrato aquoso das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde-Go.

| Diluições | Alface (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (I) (Folhas secas) | Alface (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) |
| Controle | 2,06 a | 2,05 a | 2,06 a | 2,05 a |
| 10^{-1} | 1,77 b | 1,14 b | 1,44 b | 1,01 c |
| 10^{-2} | 2,14 a | 2,52 c | 2,27 ac | 2,56 b |
| 10^{-3} | 2,20 a | 2,32 a | 2,17 a | 2,54 b |
| 10^{-4} | 2,24 a | 2,15 a | 2,15 a | 2,31 ab |
| 10^{-5} | 2,53 c | 2,41 c | 2,28 ac | 2,65 b |
| 10^{-6} | 2,21 a | 2,36 ac | 2,43 c | 2,34 ab |
| Coefficiente de variação | 0,31 | 0,28 | 0,28 | 0,30 |
| Correlação de Pearson | $5,53 \times 10^{-4}$ | $5,24 \times 10^{-4}$ | $5,18 \times 10^{-6}$ | $4,93 \times 10^{-5}$ |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

É possível observar efeito alelopático inibitório significativo na diluição 10^{-1} dos extratos aquosos das folhas *in natura* e secas do caju-de-árvore-do-cerrado obtidos por infusão e decocção, com redução de 14,1 % e 30,1 % para os extratos aquosos da folha *in natura* obtidos por infusão e decocção respectivamente, quando comparados com o controle. Já para os extratos aquosos das folhas secas, observou-se inibição de 44,4 % e 50,7 % para os extratos obtidos por infusão e decocção respectivamente.

Anese, *et al.* (2007), estudaram a atividade alelopática de diferentes concentrações (30, 20, 10 e 5%) dos extratos aquosos das folhas e do caule do timbó (*Ateleia glazioviana* Baill) na germinação e no comprimento radicular e da parte aérea de alface (*Lactuca sativa* L.). Os autores observaram que todas as concentrações de extrato, obtidas tanto do caule quanto das folhas, afetaram o comprimento da parte aérea significativamente, quando comparadas ao controle. As concentrações mais elevadas, 20 e 30%, apresentaram efeito inibitório acentuado.

A parte aérea das plântulas de alface apresentou efeito alelopático de indução do crescimento de 24,9%, 23,9%, 12,7%, 29,2% e 14,1%, nas diluições 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} respectivamente, dos extratos aquosos das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado obtidos por decocção. Nos extratos obtidos por infusão, observou-se a indução de 22,9%, 17,5% e 15,1% nas diluições 10^{-2} , 10^{-1} e 10^{-5} , quando comparados com o controle (Figura 18 e 19).

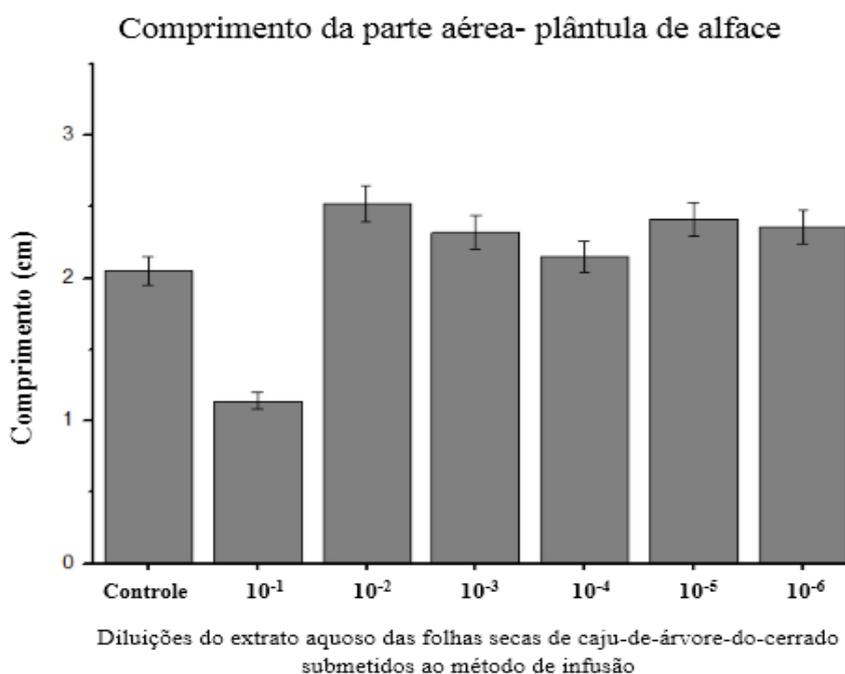


Figura 18. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

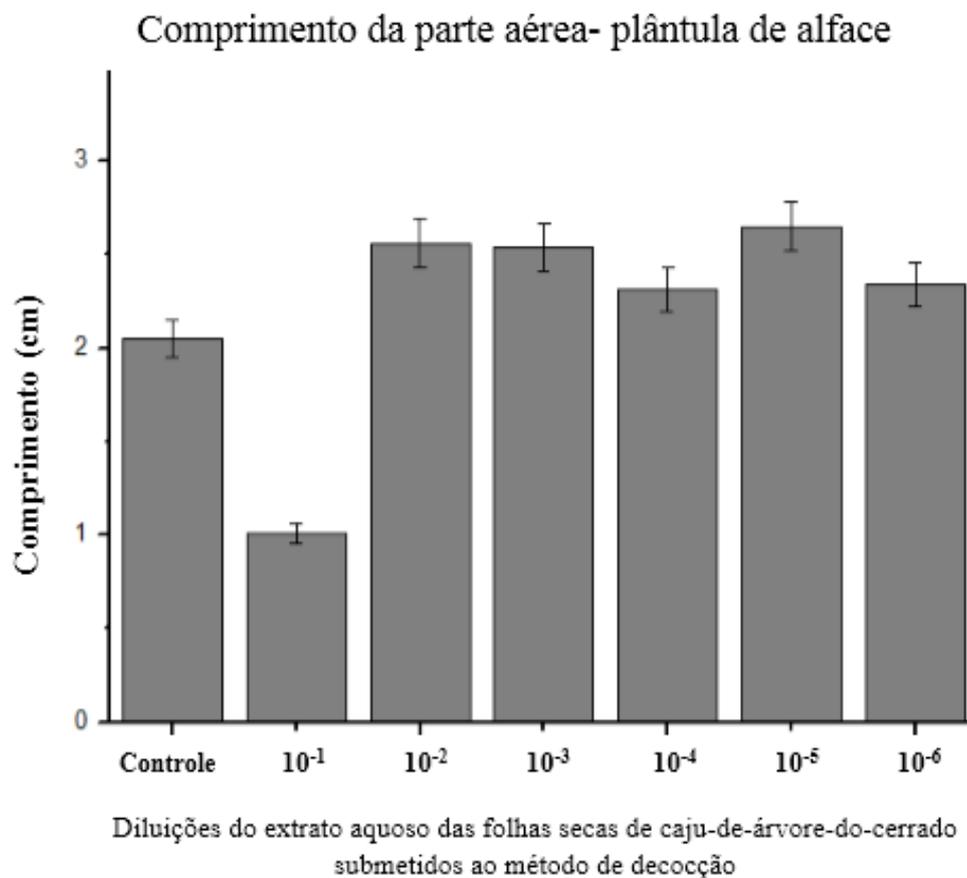


Figura 19. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Este efeito estimulante também foi observado no crescimento da parte aérea da plântula de alface, quando tratada com o extrato obtido por infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Neste caso, obteve-se aumento de 22,8% da parte aérea utilizando a diluição 10⁻⁵ do extrato obtido por infusão. Já as plântulas de alface tratadas com os extratos obtidos por decocção apresentaram acréscimo, de 10,2 %, 11,2% e 18,5% no comprimento da parte aérea, quando se utilizou as diluições 10⁻², 10⁻⁵ e 10⁻⁶ (Tabela 3).

Os resultados do comprimento da parte aérea das plântulas de alface após o tratamento utilizando os extratos aquosos das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelo método de infusão e decocção podem ser observados nas Figuras 20 e 21.

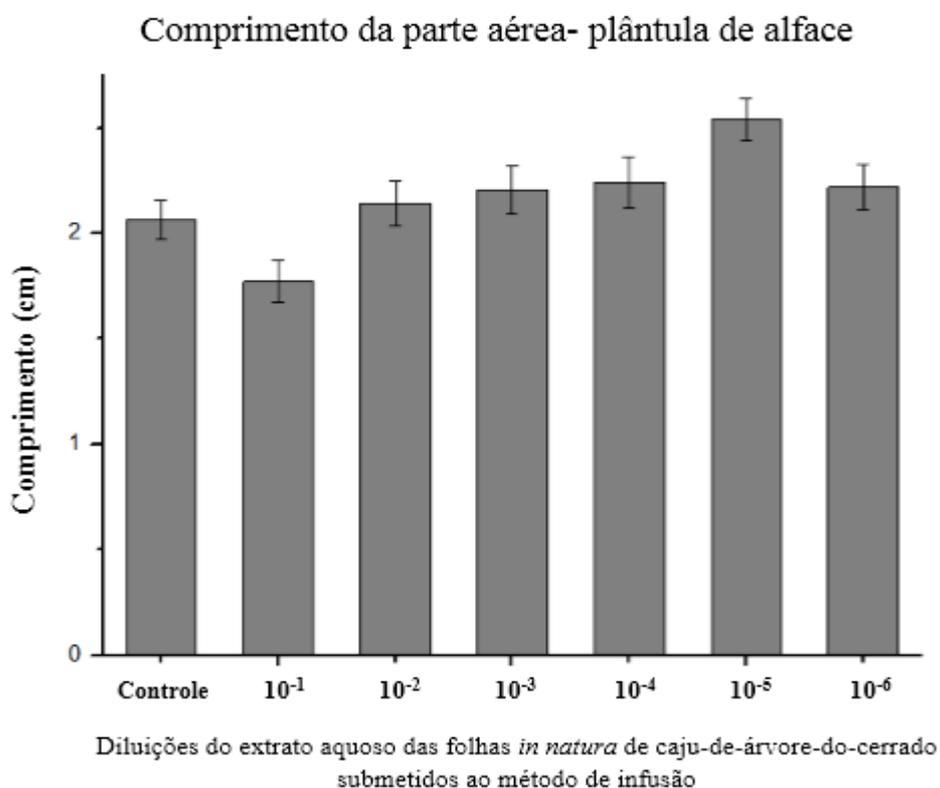


Figura 20. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

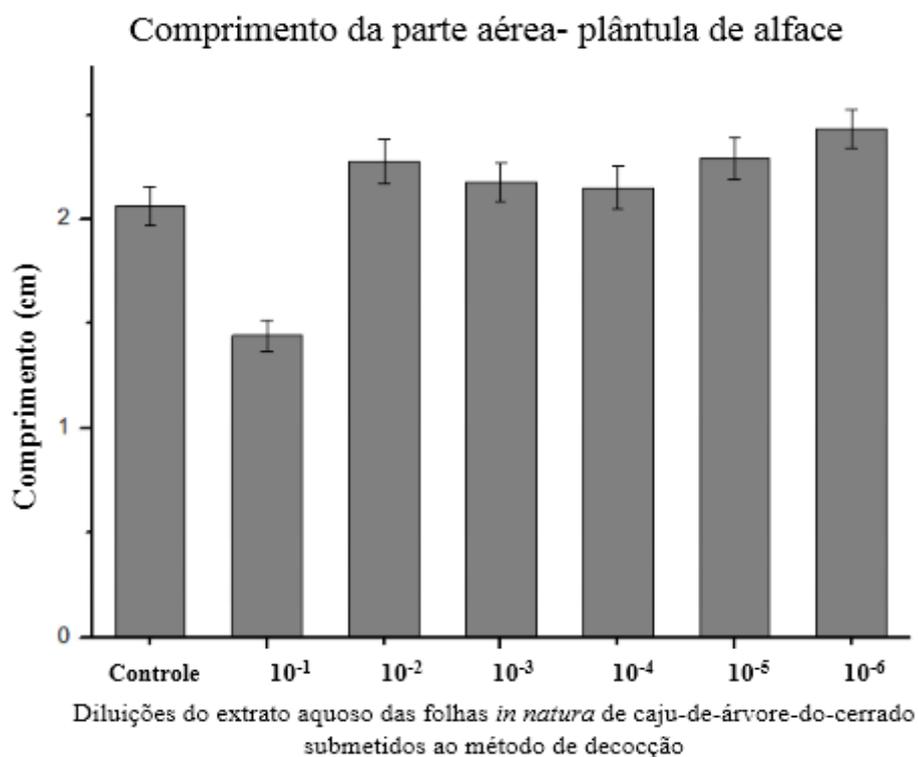


Figura 21. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Carmo, *et al.* (2007) estudando o efeito dos extratos de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera*) preparados a partir das folhas verdes e recém-caídas, das cascas de tronco e de raízes dessa espécie, verificaram as interferências no padrão de germinação, no desenvolvimento inicial das plântulas, no teor de clorofila e na atividade respiratória das células radiculares sobre a planta de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Embrapa BR 303). Neste trabalho, o resultado foi semelhante ao obtido pelas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado, em que o extrato aquoso (água destilada e deionizada) das raízes de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera*) acarretou efeito de crescimento da parte aérea de plântulas de sorgo (*Sorghum granífero* (L.) Moench cv. Embrapa BR 303).

Na Tabela 4, são apresentados os resultados das médias de germinação em sementes de rabanete tratadas com extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições.

Tabela 4. Média de germinação em sementes de rabanete, submetidos ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, Rio Verde -Go.

| Diluições | Rabanete (Folhas <i>in natura</i>) | | Rabanete (Folhas secas) | |
|-----------------------------|--|----------|----------------------------|----------|
| | Infusão | Decocção | Infusão | Decocção |
| Controle | 5,0 a | 5,0 a | 5,0 a | 5,0 a |
| 10 ⁻¹ | 4,6 a | 4,6 a | 1,8 b | 3,6 a |
| 10 ⁻² | 5,0 a | 5,0 a | 4,6 a | 5,0 a |
| 10 ⁻³ | 5,0 a | 4,6 a | 5,0 a | 4,7 a |
| 10 ⁻⁴ | 5,0 a | 5,0 a | 5,0 a | 5,0 a |
| 10 ⁻⁵ | 4,6 a | 5,0 a | 4,3 a | 5,0 a |
| 10 ⁻⁶ | 4,6 a | 4,3 a | 5,0 a | 5,0 a |
| Coefficiente de variação | 0,078 | 0,078 | 0,078 | 0,078 |
| Correlação de Pearson | 0,37 | 0,29 | 0,16 | 0,44 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os efeitos dos extratos aquosos de folhas de caju-de-árvore-do-cerrado sobre a germinação das sementes de rabanete também foram significativos utilizando os extratos na diluição 10⁻¹, obtidos das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado, pelos métodos de

infusão e decocção (Figuras 22 e 23). Borella, *et al.* (2011) também observaram redução na germinação estudando o efeito alelopático das folhas maduras de aroeira-mole (*Schinus molle*) na germinação e crescimento inicial de rabanete (*Raphanus sativus L.* cv. Crimson Gigante). Os autores utilizaram o extrato aquoso das folhas maduras de aroeira-mole em diferentes concentrações: 2%, 4% e 8% (quanto maior a porcentagem, maior a concentração), mais o controle: 0% (água destilada e deionizada) e observaram a inibição sobre a germinação das sementes de rabanete, quando as mesmas foram tratadas nas concentrações 4 e 8%, sendo proporcional ao aumento da concentração dos extratos.

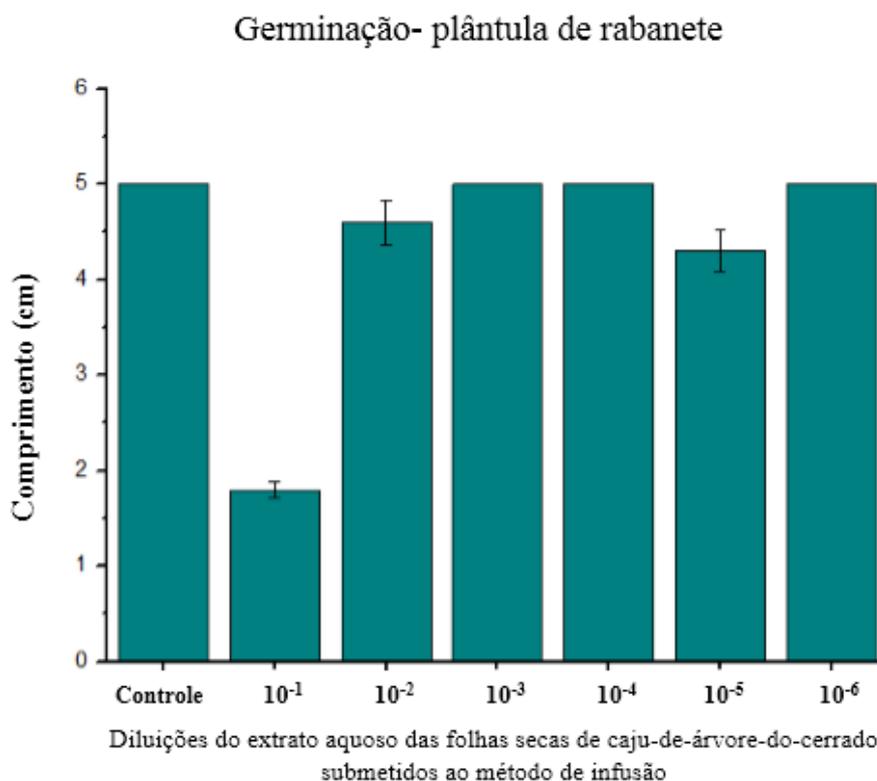


Figura 22. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus L.*) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado.

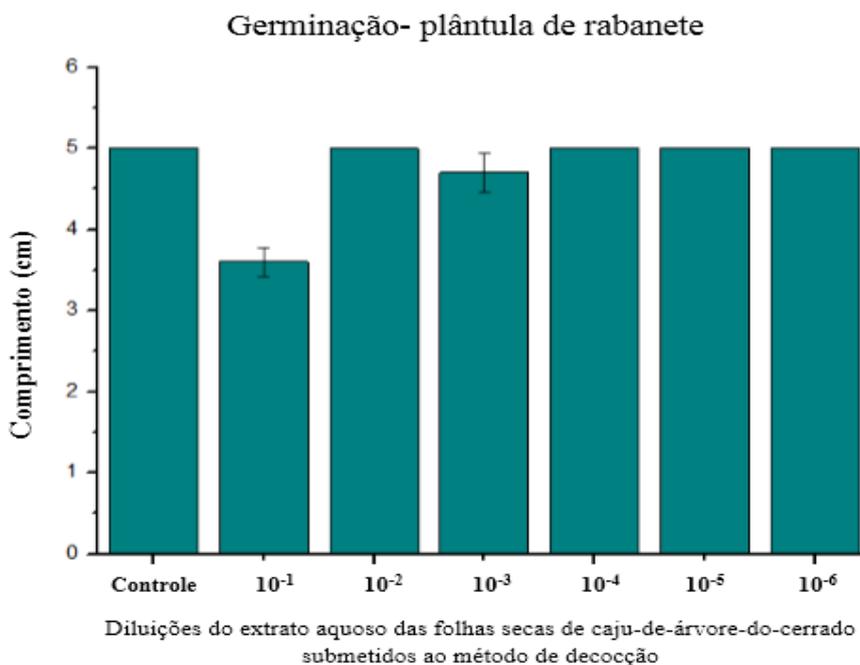


Figura 23. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado.

No comparativo das médias de germinação em sementes de rabanete tratadas com os extratos aquosos das folhas *in natura* (Figuras 24 e 25) e secas (Figuras 22 e 23) de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos dois métodos de extração (I e D) é possível observar que nas diluições de 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ e 10⁻⁶ não ocorreu efeito alelopático significativo considerando a análise estatística.

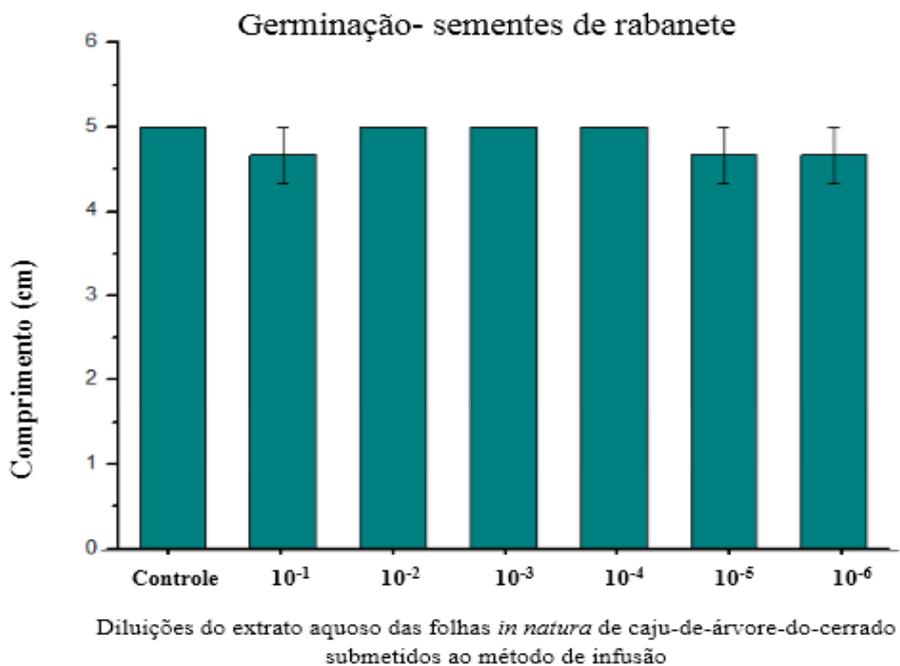


Figura 24. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado.

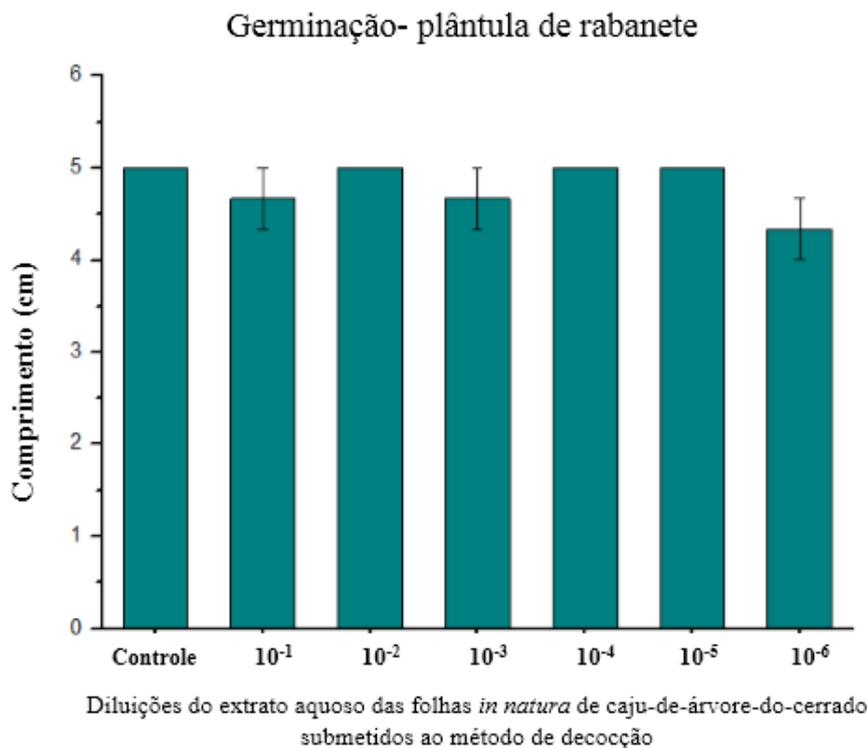


Figura 25. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado.

Estes resultados são semelhantes ao obtido por Pina (2008), estudando a quantificação dos efeitos alelopáticos de extratos aquosos das folhas de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) na germinação e no crescimento de gergelim (*Sesamun indicum* L) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.), e na verificação da atividade alelopática do extrato sobre a interferência do pH e da secagem das folhas. Os autores observaram que os extratos aquosos das folhas secas e frescas de cagaita em diferentes concentrações (1% e 3%) não afetaram a germinação de sementes de rabanete e gergelim.

Segundo Santore (2013), no estudo do efeito alelopático das folhas de sabugueiro (*Sambucus australis* Cham & Schltldl) e erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Br.) sobre a planta daninha corda-de-viola (*Ipomoea nil* (L.) Roth.), as vezes a ação de aleloquímicos não afeta significativamente a germinação final de plantas, não sendo observado o efeito alelopático sobre as mesmas.

Os resultados inibitórios obtidos na germinação de sementes de alface e rabanete devem estar relacionados a presença de compostos alelopáticos nos extratos obtidos das folhas de caju-de-árvore-do-cerrado. Compostos alelopáticos podem afetar diretamente o padrão de germinação, podendo afetar as sementes das plantas sobre a divisão celular,

permeabilidade de membranas, ativação de enzimas, sequestro de oxigênio (fenóis), entre outros (SANTORE, 2013).

Os resultados do comprimento da radícula das plântulas de rabanete tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão e decocção em diferentes diluições são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete, submetida ao tratamento com extrato aquoso das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde-Go.

| Diluições | Rabanete (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (I) (Folhas secas) | Rabanete (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (D) (Folhas secas) |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) |
| Controle | 9,08 a | 7,81 a | 9,08 a | 7,81 a |
| 10 ⁻¹ | 0,0 b | 1,01 c | 0,0 b | 1,21 c |
| 10 ⁻² | 4,80 c | 5,67 b | 6,47 ac | 4,56 bc |
| 10 ⁻³ | 4,68 c | 6,16 ab | 5,68 c | 5,79 b |
| 10 ⁻⁴ | 6,81 cd | 6,01ab | 7,01 ac | 6,91 a |
| 10 ⁻⁵ | 8,23 ad | 6,61 ab | 8,03 ac | 6,79 a |
| 10 ⁻⁶ | 6,15 cd | 5,48 b | 8,84 ac | 6,79 a |
| Coefficiente de variação | 0,48 | 0,39 | 0,38 | 0,42 |
| Correlação de Pearson | 0,076 | 0,021 | 0,011 | 0,043 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

As plântulas de rabanete tratadas com o extrato mais concentrado (10⁻¹) das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado apresentaram anormalidade no crescimento das plântulas, não resistindo à presença do extrato e apresentando completo apodrecimento após o período de 7 dias, impedindo a medida do comprimento tanto da radícula quanto da parte aérea da plântula.

Gatti, *et al.* (2004), também verificaram anormalidade no sistema radicular no crescimento de plântulas de alface e rabanete que foram tratadas com o extrato aquoso da raiz de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze (jarrinha) na concentração 100%. Algumas plântulas apresentaram raízes curtas e desproporcionais em relação as outras estruturas

da planta e nas plântulas de alface o tratamento com o extrato concentrado provocou a morte de todas as plântulas que se apresentaram apodrecidas.

Os extratos das folhas *in natura*, nas diluições 10^{-2} e 10^{-3} se destacam apresentando as inibições mais significativas no comprimento da radícula, e se observa inibição de 55,1 % e 48,5 %, respectivamente, para a plântula de rabanete tratada pelo método infusão. Já para as sementes de rabanete tratadas com o extrato obtido por decocção nas mesmas concentrações (10^{-2} e 10^{-3}) foi observada a diminuição no crescimento da radícula de respectivamente 28,7 % e 37,4 %, quando comparadas ao controle (Figuras 26 e 27).

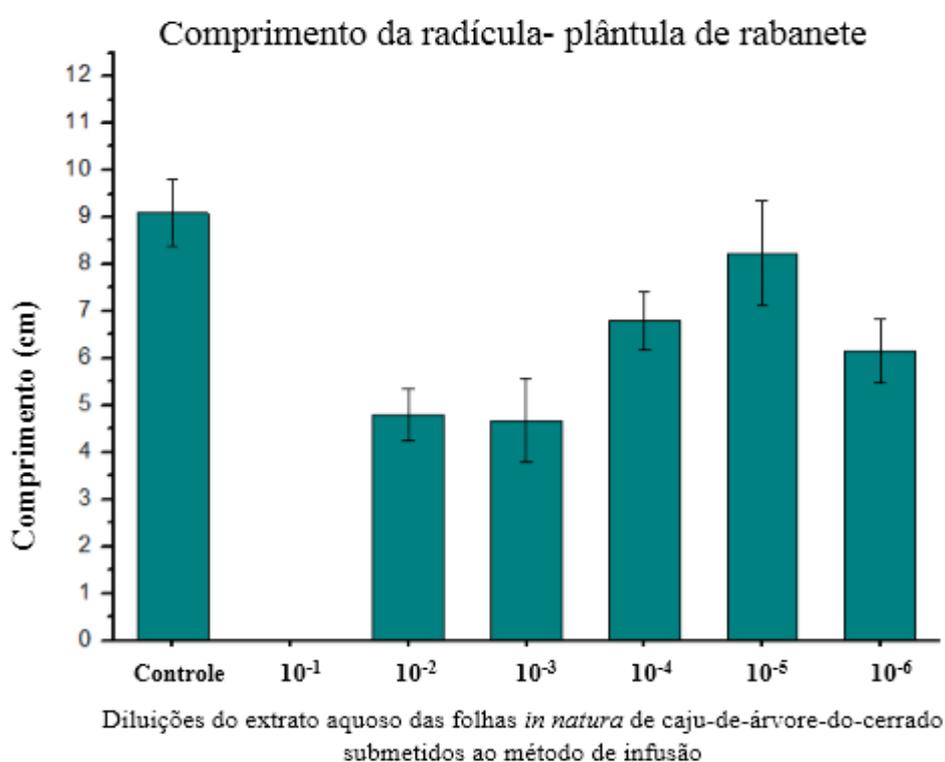


Figura 26. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

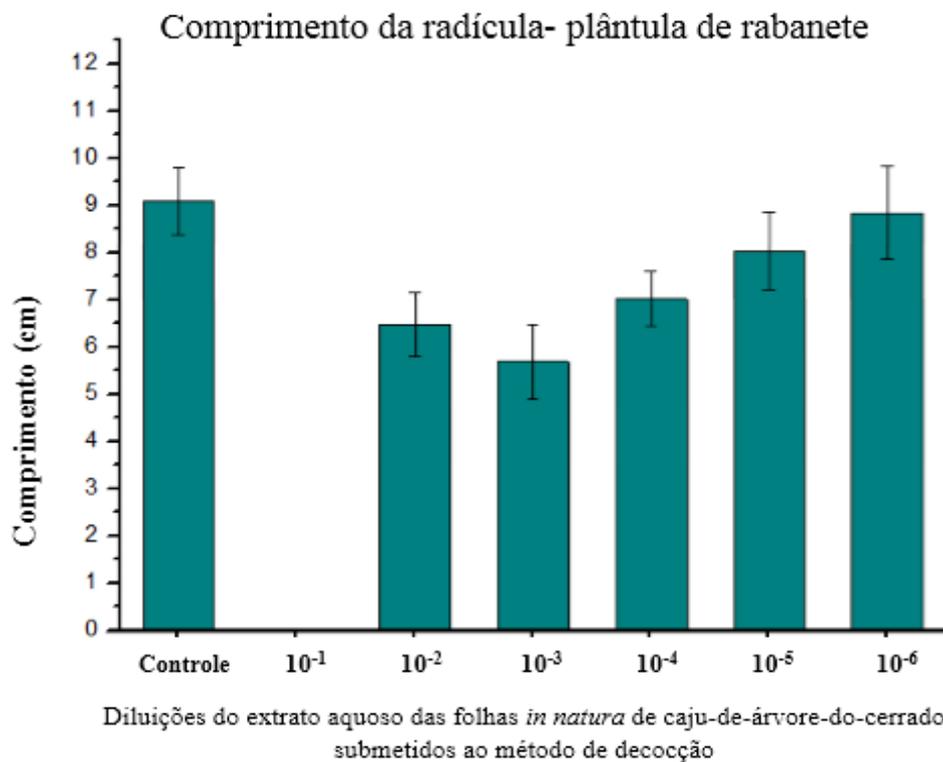


Figura 27. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos neste trabalho vão de acordo com os conceitos propostos por Reigosa, *et al.* (1999), que estabeleceram que os efeitos alelopáticos da espécie nos diferentes processos fisiológicos de uma planta são dependentes de diversos fatores incluindo concentração, temperatura e muitas outras circunstâncias ambientais que podem ocorrer simultaneamente.

Quando foram utilizados os extratos das folhas secas, também ocorreram inibições significativas nas diluições 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻⁶ no crescimento da radícula do rabanete, e se observou a diminuição de 87%, 27,4% e 29,8%, respectivamente, para a plântula de rabanete tratado pelo método infusão. Para as plântulas de rabanete tratadas pelo método decocção, foi observado que nas diluições 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³, houve a redução no comprimento da radícula de 84,5%, 41,6% e 25,8%, respectivamente, quando comparadas com o controle (Figuras 28 e 29).

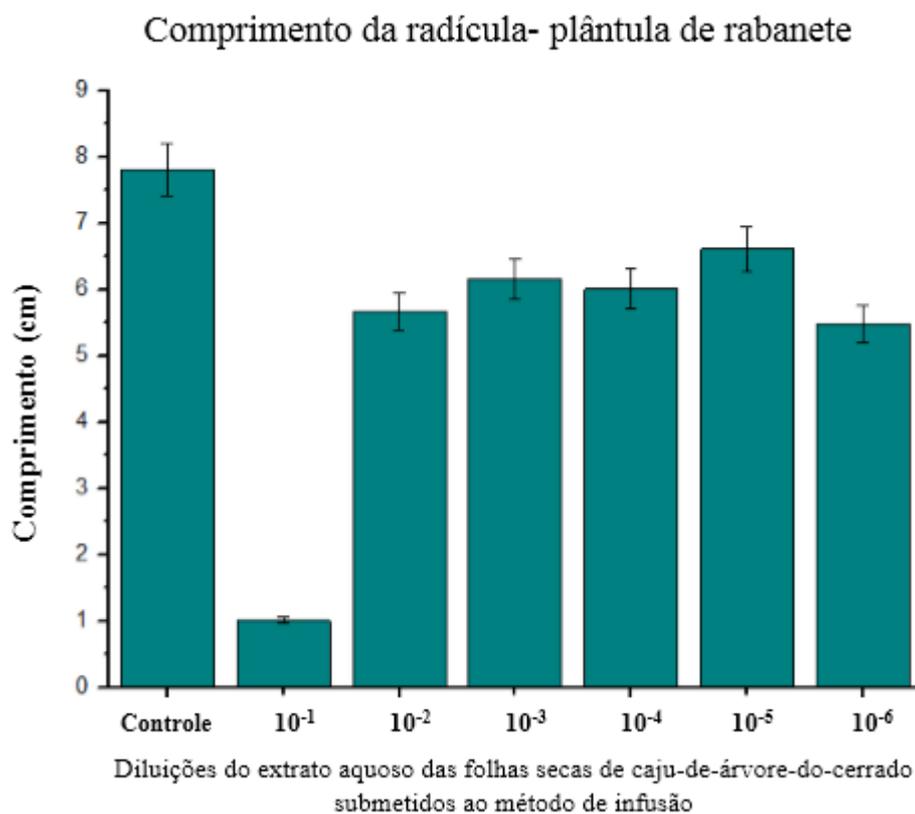


Figura 28. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

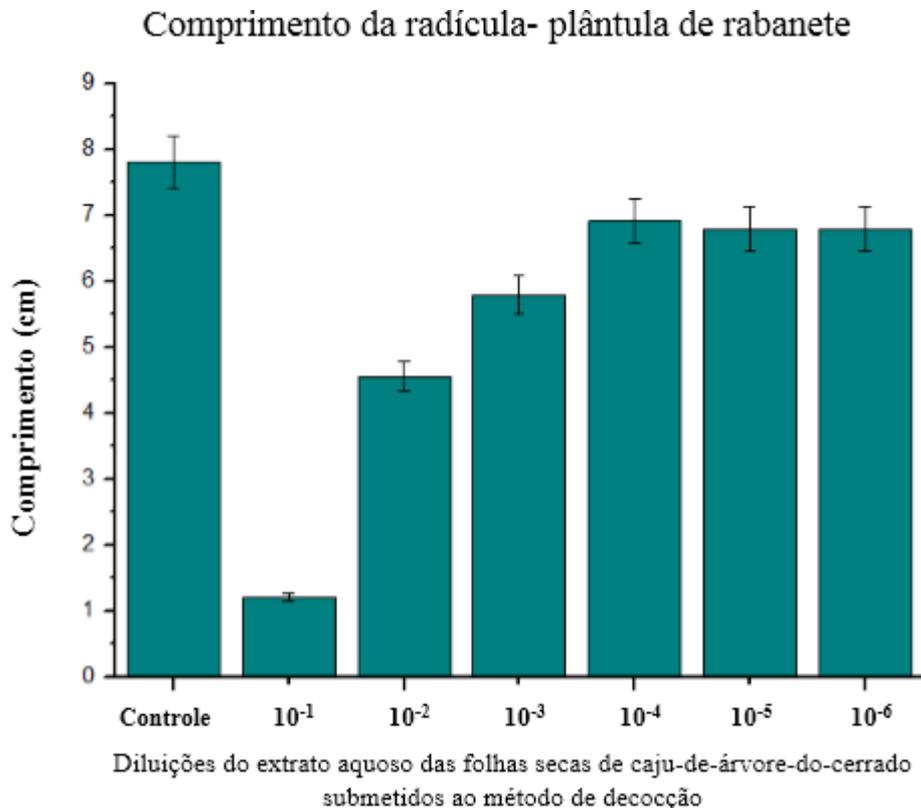


Figura 29. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Felix, *et al.* (2010), estudando efeitos alelopáticos de extratos aquosos e metanólicos de sementes de *Amburana cearensis* (Fr. All.) AC Smith sobre a germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), analisaram os resultados do comprimento da raiz primária de plântulas de rabanete e de alface e verificaram que houve inibição significativa do comprimento das raízes das plântulas com o aumento da concentração dos extratos, quando comparados com o controle (água destilada). Os extratos utilizados que causaram a inibição foram: cumarina a 100 mg.L^{-1} ; semente moída de *A. cearensis* a 5 g.L^{-1} ; 10 g.L^{-1} ; 20 g.L^{-1} e 40 g.L^{-1} .

Os resultados da parte aérea das plântulas de rabanete tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelos métodos de infusão e decocção em diferentes diluições são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete, submetidas ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go.

| Diluições | Rabanete (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (I) (Folhas secas) | Rabanete (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | Parte aérea (cm) | Parte aérea (cm) | Parte aérea (cm) | Parte aérea (cm) |
| Controle | 5,18 a | 4,42 a | 5,18 a | 4,42 a |
| 10^{-1} | 0,0 b | 0,5 b | 0,0 b | 2,43 b |
| 10^{-2} | 4,22 cd | 4,01 a | 4,61 a | 4,61 a |
| 10^{-3} | 3,52 d | 4,42 a | 4,86 a | 4,31 a |
| 10^{-4} | 4,97 ac | 4,24 a | 5,21 a | 4,27 a |
| 10^{-5} | 5,38 a | 4,84 a | 4,58 a | 4,59 a |
| 10^{-6} | 4,52 ac | 4,21 a | 5,96 a | 4,48 a |
| Coefficiente de variação | 0,29 | 0,19 | 0,25 | 0,31 |
| Correlação de Pearson | $7,42 \times 10^{-4}$ | 0,33 | $3,33 \times 10^{-4}$ | 0,34 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

No tratamento com os extratos aquosos das folhas *in natura* e secas, observou-se inibições significativas no crescimento da parte aérea da plântula de rabanete, quando submetidas aos extratos obtidos pelos dois métodos de extração na diluição 10^{-1} , obtendo inibição total no crescimento da parte aérea quando as sementes de rabanete foram tratadas com extrato das folhas *in natura*. Já para os extratos das folhas secas, obteve-se diminuição de 88,7% quando estas foram tratadas com o extrato obtido por infusão e redução 45,0% para o extrato obtido por decocção, quando comparado com o controle.

Na Tabela 6, também é possível observar que a parte aérea das plântulas de rabanete sofreu efeito alelopático de inibição de 18,5% e 32% nas diluições 10^{-2} e 10^{-3} , respectivamente, quando estas foram tratadas com o extrato aquoso das folhas *in natura* e comparadas com o controle. Nas demais diluições não foram observadas influências significativas de inibição e/ou indução do crescimento na parte aérea das plântulas, quando estas foram tratadas com os extratos das folhas de *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado em diferentes diluições (Figuras 30 e 31).

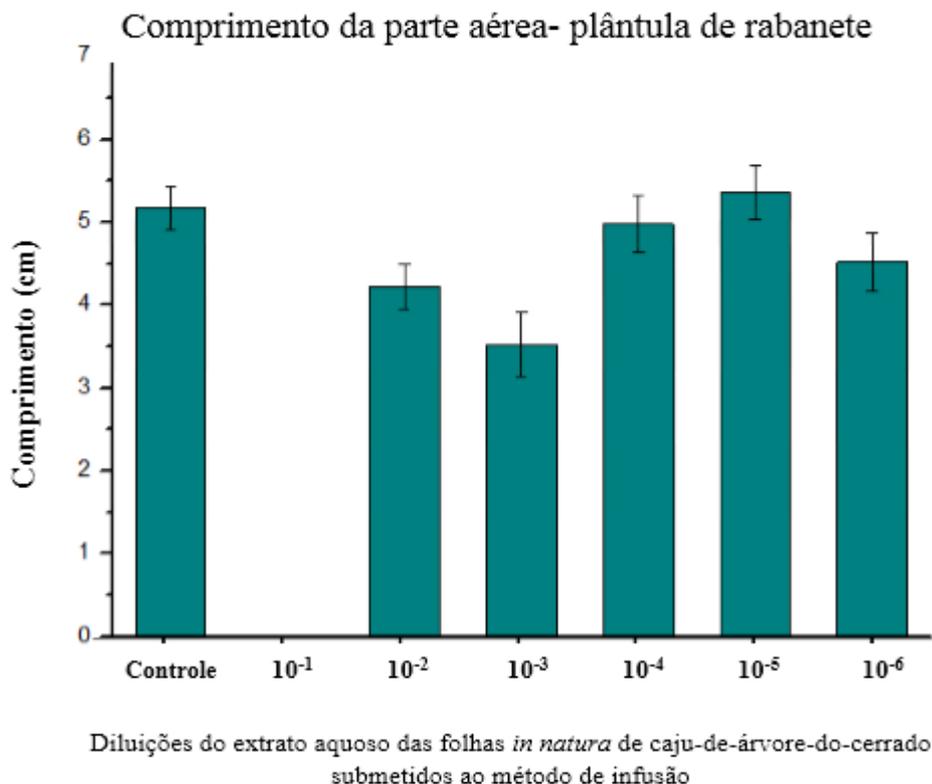


Figura 30. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

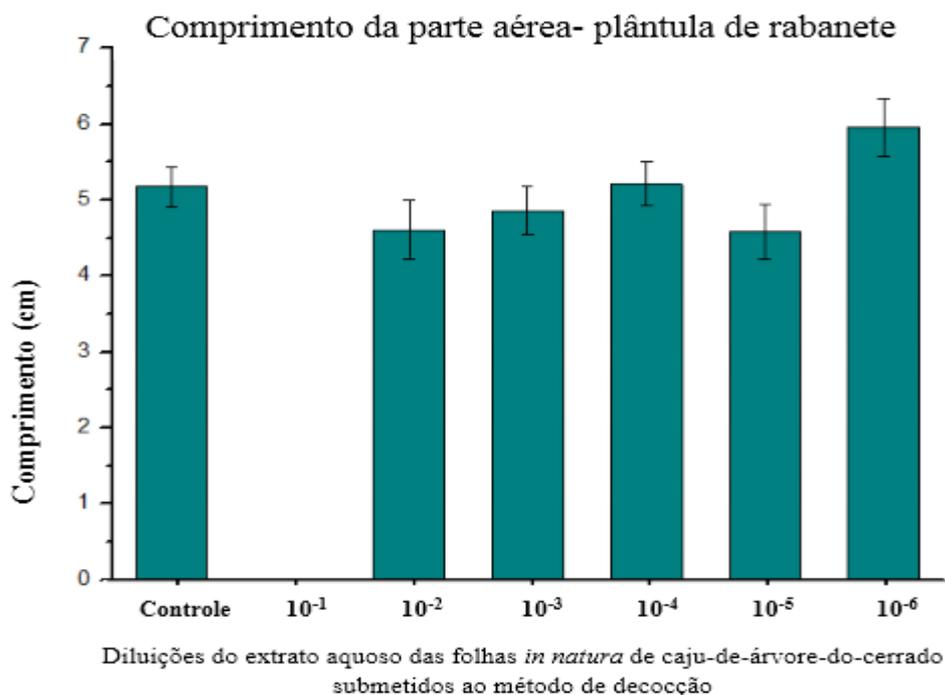


Figura 31. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados observados com relação ao comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete tratadas com os extratos aquosos das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado, obtidos pelo método de infusão e decocção podem ser observados nas Figuras 32 e 33.

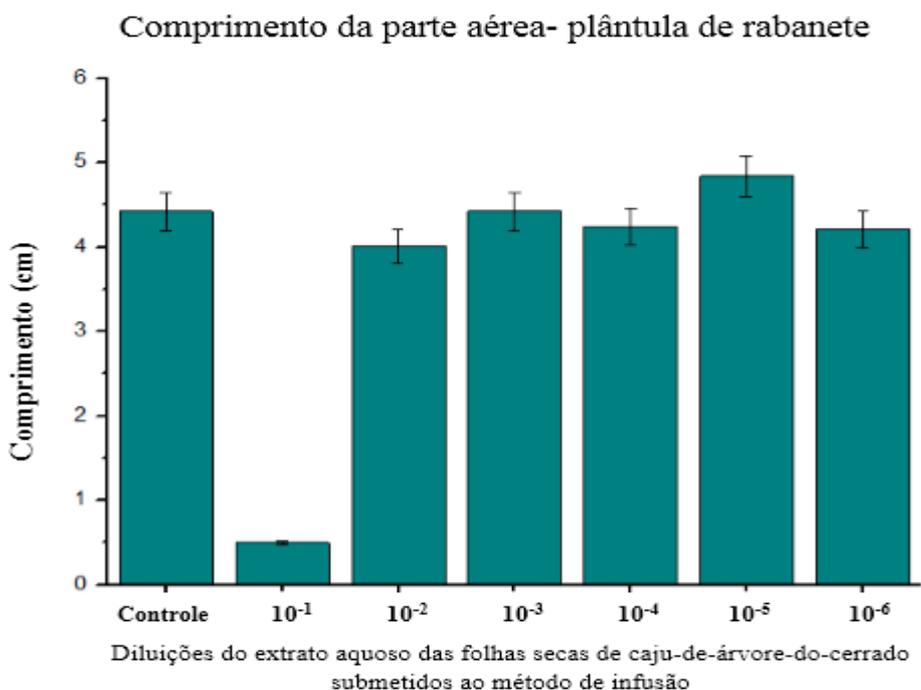


Figura 32. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

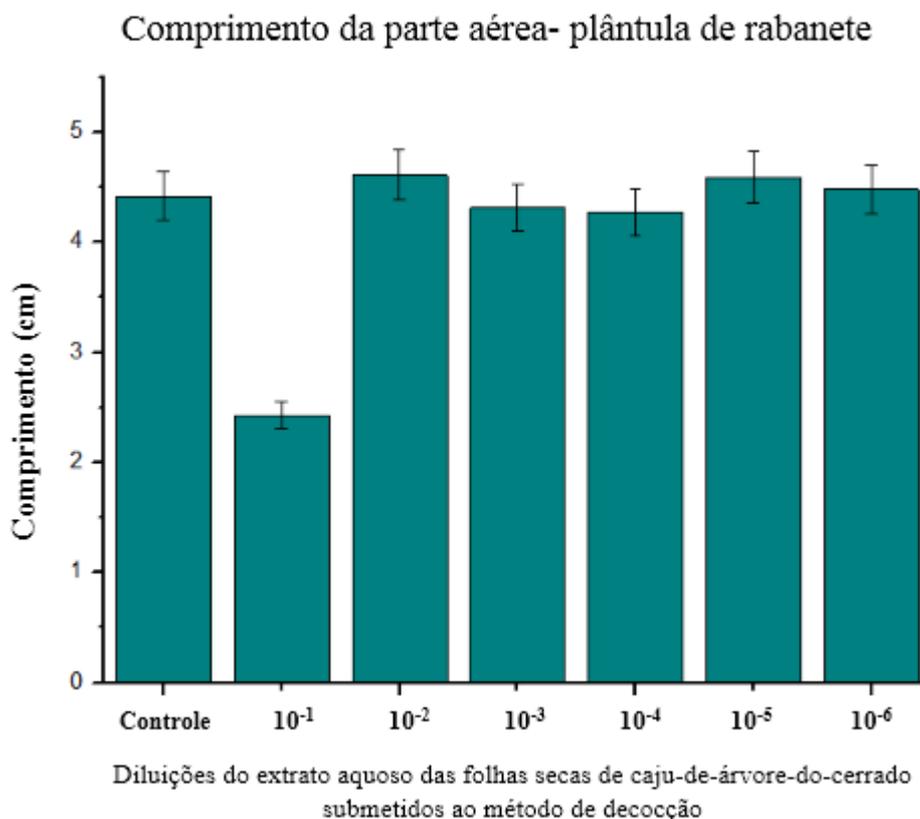


Figura 33. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Borella & Pastorini (2009), estudando a interferência alelopática de raízes de erva-moura (*Solanum americanum*) sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete (*Raphanus sativus* L.), observaram que para o comprimento das plântulas de rabanete não foram registradas alterações significativas quando submetidas aos tratamentos com diferentes concentrações dos extratos de raízes de erva-moura, embora com o aumento da concentração tenha observado pequena redução no comprimento da parte aérea.

Esse estudo da influência do efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado obtidos por diferentes métodos (I e D) e diluições (10⁻¹ a 10⁻⁶), demonstra que esta planta é considerada uma espécie promissora, pelo fato de ter sido constatado que as diferentes diluições podem interferir na inibição e/ou indução da germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete (plantas indicadoras).

Diversos autores também constataram efeito dose/dependente, ao analisar a alelopatia de outras espécies (Wandscheer *et al.* 2011; Gatti *et al.* 2004; Souza Filho *et al.* 2006).

6.1.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE *ANACARDIUM OTHONIANUM* RIZZ

Os resultados obtidos na análise da prospecção fitoquímica (Tabela 7), para a detecção de compostos de metabolismo secundário, nas folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), fornecem informações preliminares quanto ao perfil de produção de metabólitos secundários, principalmente compostos como taninos, flavonoides e alcaloides. Estes dados são importantes como conhecimento básico sobre a planta em estudo, havendo poucos estudos relacionados à planta de caju-de-árvore-do-cerrado.

Através do estudo de prospecção fitoquímica foi possível identificar algumas classes de compostos presentes nos extratos aquosos obtidos do caju-de-árvore-do-cerrado.

Tabela 7. Resultado dos testes de prospecção fitoquímica, para identificação das classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado.

| Classe de metabólitos secundários | Reagentes | Resultados |
|--|------------------|-------------------|
| Saponina | Água | P |
| Antraquinonas Livres | Bornträger | P |
| Glicosídeos antraquinônos e dímeros | Bornträger | N |
| Glicosídeos Cardioativos | Keller-Kiliani | P |
| Taninos | Gelatina | P |
| Flavonoides | Shinoda | P |
| | PEW | P |
| Alcaloides gerais | Mayer (A) | P |
| | Dragendorff (A) | N |
| | Bouchardat (A) | P |
| | Bertrand (A) | P |
| | Hager (A) | P |
| | Mayer (B) | N |
| | Dragendorff (B) | P |
| | Bouchardat (B) | P |
| | Bertrand (B) | N |
| Hager (B) | N | |
| Alcaloides quinólicos | RGA | N |
| Alcaloides isoquinólicos | RGA | P |
| Alcaloides púricos | RGA | P |
| Alcaloides indólicos | Reação de Otto | P |

O sinal (P) indica presença e (N) ausência do constituinte químico.

Com os resultados obtidos, foi possível identificar as classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de caju-de-árvore-do-cerrado. Entre os

constituintes químicos avaliados, o caju-de-árvore-do-cerrado, apresentou as classes de saponinas, antraquinonas, taninos, glicosídeos, flavonoides, alcaloides e os alcaloides isoquinólicos, púricos e indólicos.

O resultado positivo para os flavonoides indica a presença da classe de metabólitos secundários com forte atividade biológica. A presença dessa classe de polifenóis além de estar relacionada à atividade biológica também parece estar associada ao seu mecanismo de defesa, controle de hormônios vegetais, inibição de enzimas e agentes alelopáticos em espécies vegetais. A classe das saponinas, entre outros efeitos, apresenta ação sobre a membrana das células, modificando a permeabilidade celular, podendo causar efeito alelopático (TUR, *et al.*, 2010).

Assim, deve-se ressaltar que são necessários mais estudos nas folhas desta espécie, a fim de identificar e caracterizar os princípios ativos, para que possa sintetizá-los ou potencializar a ação química dos mesmos.

6.2. FOLHAS *IN NATURA* E SECAS DE GUAPEVA (*POUTERIA GARDNERIANA* RADLK)

Os resultados da média de germinação em sementes de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Média de germinação em sementes de alface, submetidos ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extrato aquoso das folhas *in natura* e secas de guapeva, Rio Verde -Go.

| Diluições | Alface (Folhas <i>in natura</i>) | | Alface (Folhas secas) | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------|--------------------------|----------|
| | Infusão | Decocção | Infusão | Decocção |
| Controle | 13,6 a | 13,6 a | 14, 6 a | 14,6 a |
| 10 ⁻¹ | 11,3 a | 13,0 a | 12,3 a | 13,3 a |
| 10 ⁻² | 13,6 a | 14,6 a | 14,6 a | 13,6 a |
| 10 ⁻³ | 14,0 a | 14,3 a | 13,6 a | 14,6 a |
| 10 ⁻⁴ | 13,6 a | 15,0 a | 14,6 a | 15,0 a |
| 10 ⁻⁵ | 14,3 a | 14,3 a | 14,0 a | 15,0 a |
| 10 ⁻⁶ | 14,0 a | 14,6 a | 15,0 a | 14,3 a |
| Coefficiente de variação | 0,087 | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| Correlação de Pearson | 0,093 | 0,057 | 0,39 | 0,30 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

As diferentes diluições dos extratos aquosos de folhas *in natura* de guapeva não influenciaram na germinação das sementes de alface, não sendo encontradas diferenças significativas dos tratamentos com os extratos para o controle (Figuras 34 e 35). Tur, *et al.* (2012), ao estudar o efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas frescas e secas de rabo-de-bugio (*Lonchocarpus campestris*), observaram que os extratos aquosos das folhas frescas em diferentes concentrações também não influenciaram na germinação das sementes de alface.

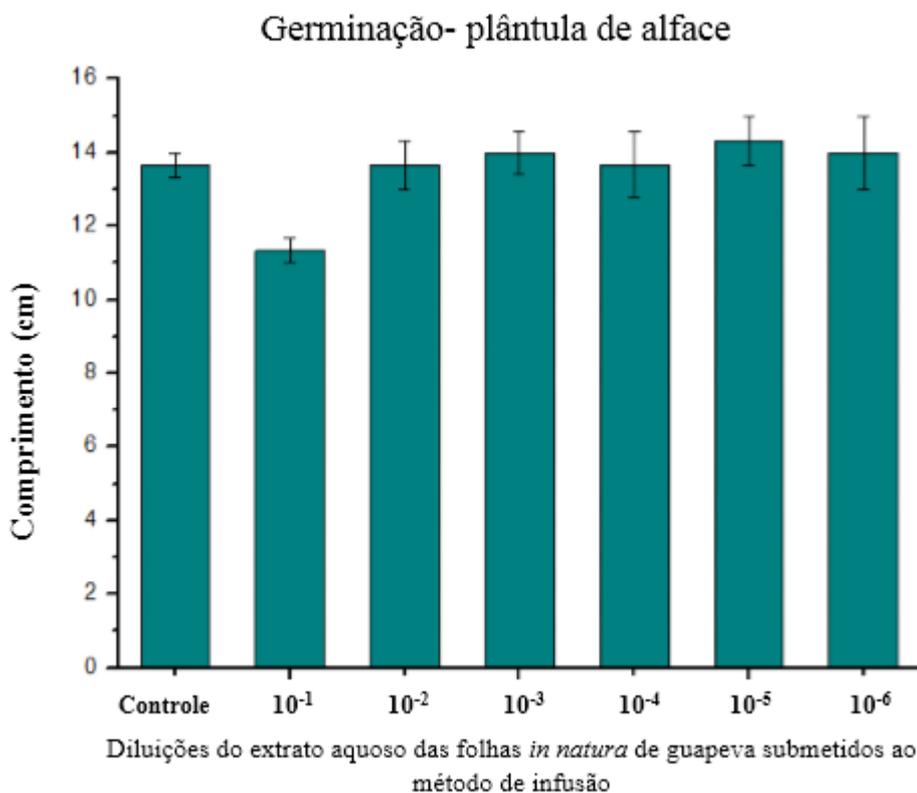


Figura 34. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de guapeva.

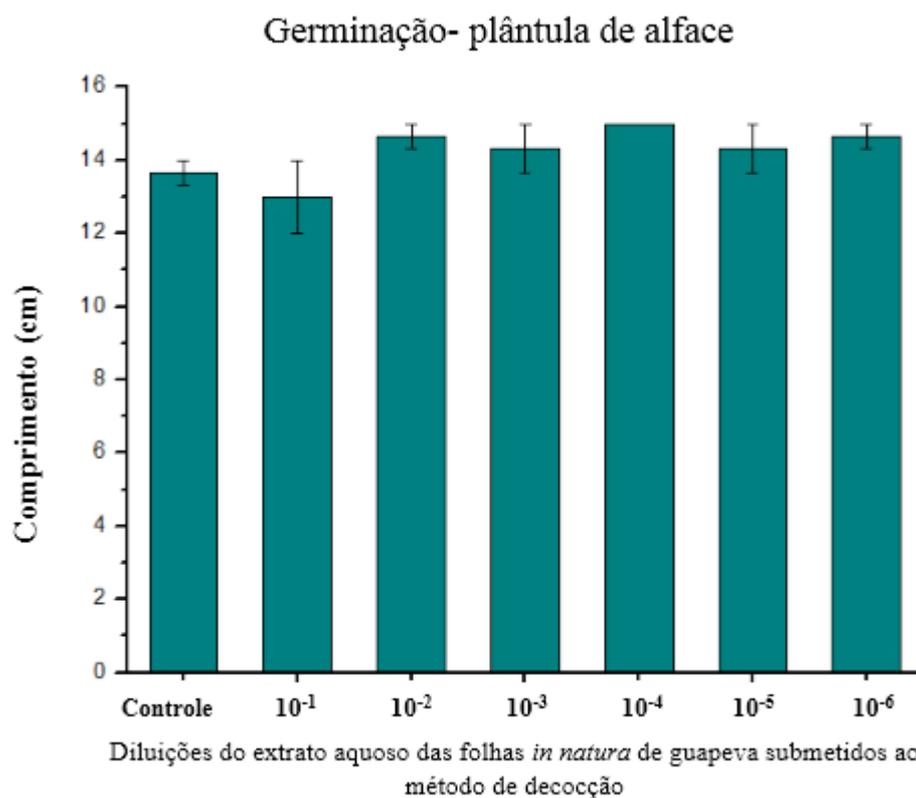


Figura 35. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de guapeva.

Observou-se que as diferentes diluições dos extratos aquosos de folhas secas de guapeva que foram submetidas ao método de infusão e decocção não influenciaram na germinação das sementes de alface, não sendo encontradas diferenças significativas dos tratamentos com os extratos para o controle (Figuras 36 e 37). Gatti, *et al.* (2004), estudaram a influência de diferentes concentrações de extratos de folha, caule, raiz, fruto e flor de *Aristolochia esperanzae* na germinação e no crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.) e também avaliaram a possibilidade de utilização de papel de filtro e de fibra de coco como substratos para avaliação do crescimento de plântulas, sob a ação dos extratos aquosos. Os autores observaram que utilizando os extratos do *Aristolochia esperanzae* houve diferenças significativas entre extratos de folha, caule e raiz na germinação de alface; entretanto, o mesmo efeito não foi observado para os extratos de fruto e flor da mesma espécie, e nenhum efeito significativo ao utilizar as diferentes concentrações foi observado.

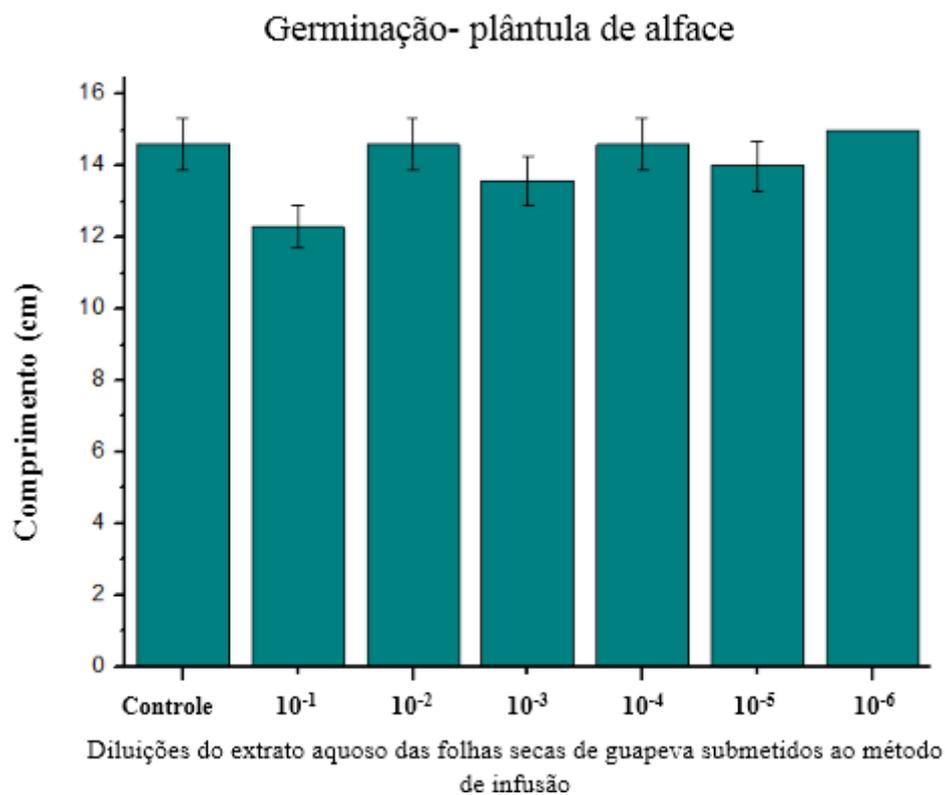


Figura 36. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva.

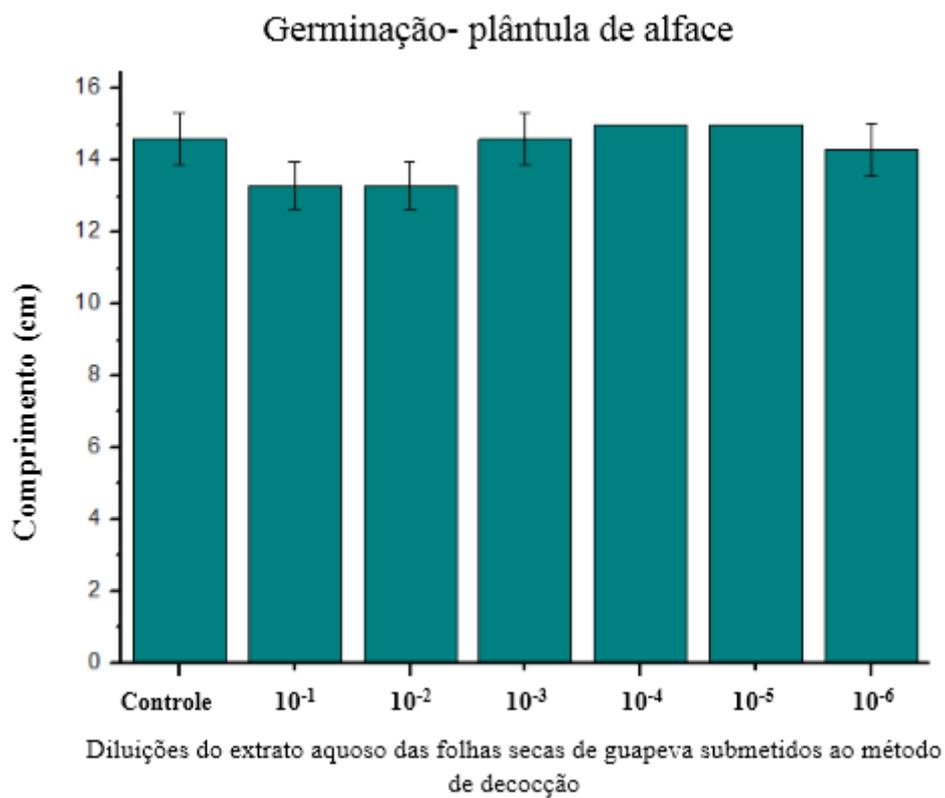


Figura 37. Germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas secas de guapeva.

Outro estudo realizado por Cordeiro, *et al.* (2011), avaliou o efeito alelopático do extrato aquoso das folhas verdes de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) secas em estufa sobre a germinação e o desenvolvimento de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Os autores observaram que a germinação das sementes de alface tratadas em diferentes concentrações, também não apresentou diferença estatística, com exceção do tratamento com maior concentração (8%), e os tratamentos apresentaram germinação superior a 91%, quando tratados com o extrato aquoso das folhas de juazeiro.

Rosada, *et al.* (2009) também avaliaram os possíveis efeitos alelopáticos do óleo essencial e do extrato aquoso de folhas frescas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) sobre a porcentagem de germinação e o comprimento das raízes de alface (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e melissa (*Melissa officinalis* L.) e notaram que a porcentagem de germinação das sementes de alface, melissa e tomate não foi alterada após o tratamento com as diferentes concentrações dos extratos aquosos de manjericão.

Os resultados do crescimento da radícula das plântulas de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk), obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições estão apresentados na Tabela 9.

Para avaliar o comprimento das radículas das plântulas de alface (Tabela 9) tratadas com os extratos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, estas foram comparadas com as sementes tratadas com água destilada (controle).

Tabela 9. Comprimento da radícula das plântulas de alface, submetida ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go.

| Diluições | Alface (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (I) (Folhas secas) | Alface (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) |
| Controle | 2,29 a | 2,02 a | 2,29 ab | 2,02 a |
| 10 ⁻¹ | 0,47 b | 1,13 c | 0,39 c | 1,06 c |
| 10 ⁻² | 2,09 a | 1,14 c | 1,68 b | 1,29 c |
| 10 ⁻³ | 2,14 a | 2,32 b | 3,39 d | 2,54 b |
| 10 ⁻⁴ | 2,27 a | 2,45 b | 2,61 b | 2,71 b |
| 10 ⁻⁵ | 2,67 a | 1,89 a | 2,97 b | 1,96 a |
| 10 ⁻⁶ | 2,39 a | 1,92 a | 2,78 b | 2,67 b |
| Coefficiente de variação | 0,47 | 0,37 | 0,42 | 0,39 |
| Correlação de Pearson | 6,75x10 ⁻⁶ | 0,041 | 3,6x10 ⁻¹² | 1,5x10 ⁻⁴ |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Quando as plântulas de alface foram tratadas com extrato aquoso das folhas *in natura* de guapeva na diluição 10⁻¹ se obteve diminuição da radícula de 32,4%, pelo método infusão. Já para o método de decocção, as diluições 10⁻¹ e 10⁻² proporcionaram redução de 34,6% e 9,5%, respectivamente, no comprimento da radícula da alface quando comparadas com o controle (Figuras 38 e 39).

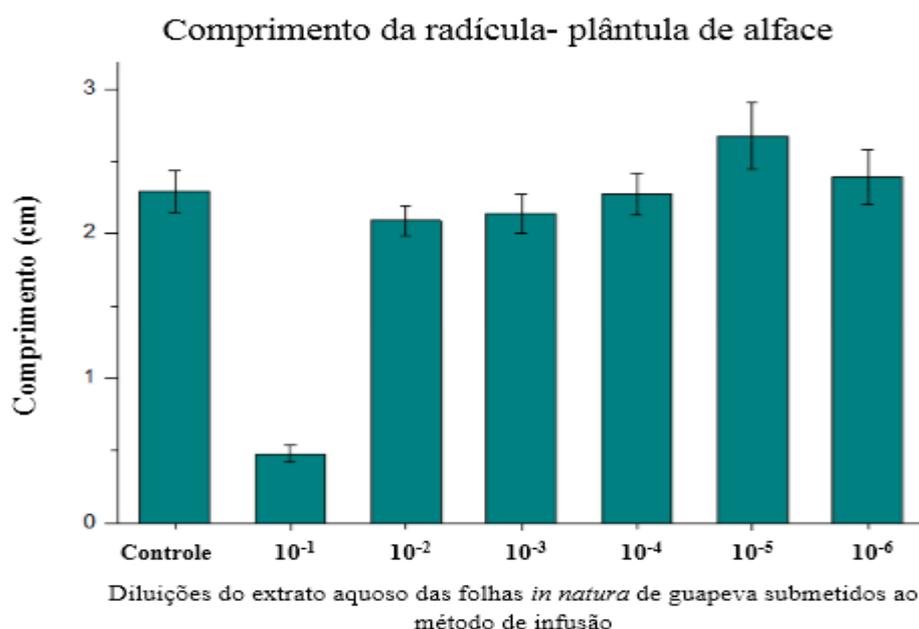


Figura 38. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

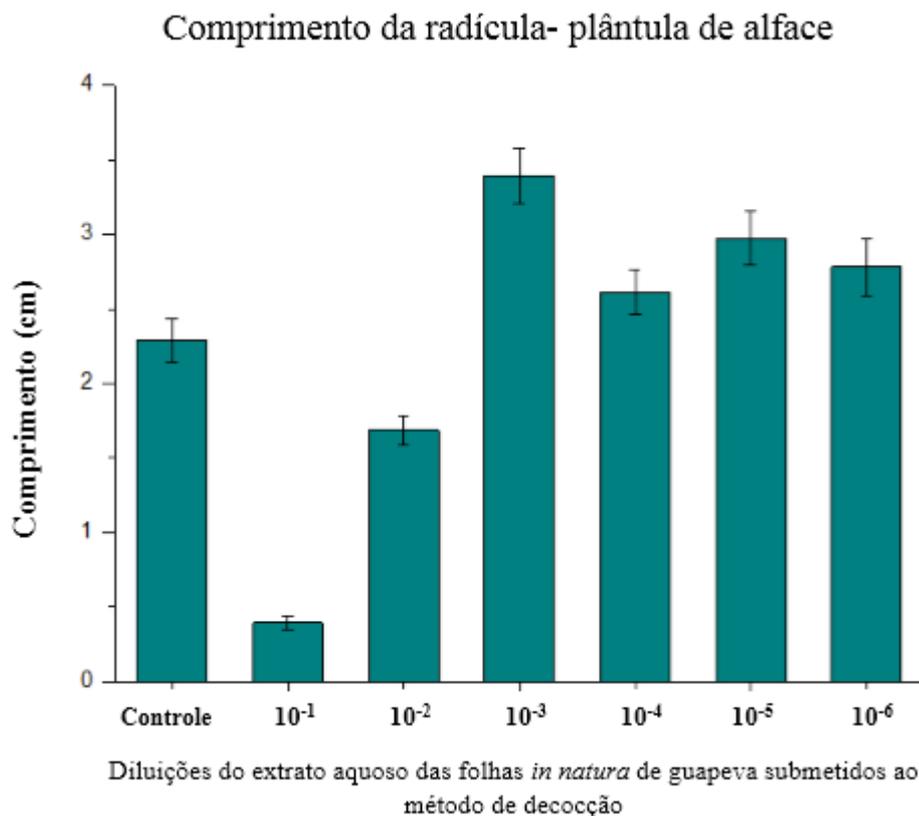


Figura 39. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para as plântulas de alface tratadas com os extratos das folhas secas de guapeva, foram verificados efeitos alelopáticos de inibição nas diluições 10^{-1} e 10^{-2} tanto para o método infusão quanto para a decocção, sendo observada inibição de 44,0% e 43,5%, respectivamente, para infusão e de 47,5% e 36,1%, respectivamente, para os extratos obtidos por decocção.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva & Aquila (2006), no estudo do efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas de cocão (*Erythroxylum argentinum*), açoita cavalo (*Luehea divaricata*), capororoca (*Myrsine guianensis*) e canela-guaicá (*Ocotea puberula*) obtidos por extrações a quente e a frio, sobre a germinação e crescimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.). Os autores observaram que os extratos das espécies estudadas afetaram o crescimento da alface, causando principalmente reduções no tamanho das raízes em relação ao controle. Quando a planta de alface foi tratada com o extrato *O. puberula*, verificou-se resposta mais acentuada nos extratos mais concentrados (4%), sendo que nos tratamentos com extratos de *L. divaricata* e *M. guianensis*, isso não ocorreu. Quando os autores compararam os efeitos dos extratos preparados a frio e a quente sobre as raízes de alface, observaram diferenças significativas

causadas por extratos de mesma concentração apenas nos bioensaios com *E. argentinum* e *L. divaricata*.

Mauli, *et al.* (2009), estudaram o potencial alelopático dos extratos aquosos obtidos por extrações a quente e a frio de folhas da espécie leucena (*Leucaena leucocephala* L.) sobre a porcentagem de germinação e o comprimento de raiz de alface (*Lactuca sativa* L.), de plantas invasoras corda de viola (*Ipomoea grandifolia*), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e sobre a cultura da soja. Foi observado neste trabalho que as soluções aquosas quente e fria das folhas de leucena interferiram significativamente na porcentagem de germinação e no comprimento da raiz de sementes de alface quando comparadas com o controle. Nesse caso, observou-se a redução de ambas características com o aumento da concentração dos extratos de leucena.

Do mesmo modo, Comitto (2006) estudando os efeitos alelopáticos de extratos de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raadi), em diferentes concentrações, sobre a germinação dos aquênios e plântulas de alface, observou que extratos de aroeira produziram efeitos inibitórios com o aumento da concentração e com fitotoxicidade significativa a partir de 50% de concentração, reduzindo a germinação de alface.

Foram observados também, efeitos de indução no crescimento da radícula de alface de 29,6% e 21,3%, quando estas foram tratadas com o extrato das folhas secas de guapeva, submetidas ao método de infusão nas diluições 10^{-3} e 10^{-4} , respectivamente. Já para as plântulas de alface tratadas com as diluições 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-6} obteve-se aumento significativo do crescimento de 25,7%, 34,1% e 32,2%, respectivamente, quando foram submetidas ao tratamento com o extrato das folhas secas de guapeva obtido por decocção (Figuras 40 e 41).

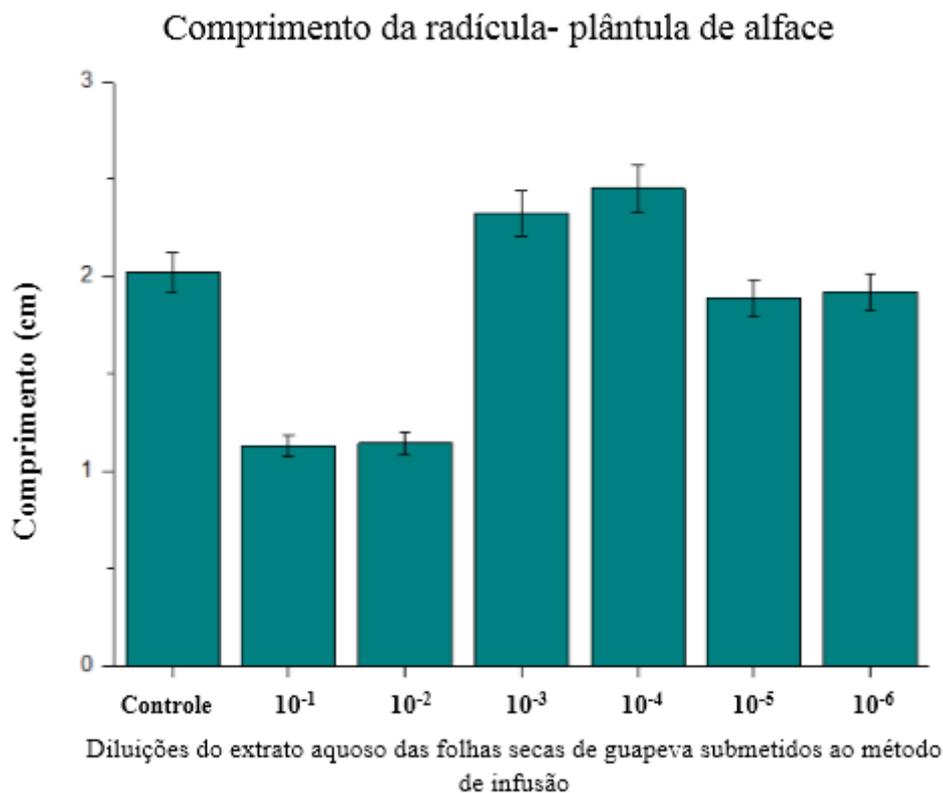


Figura 40. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

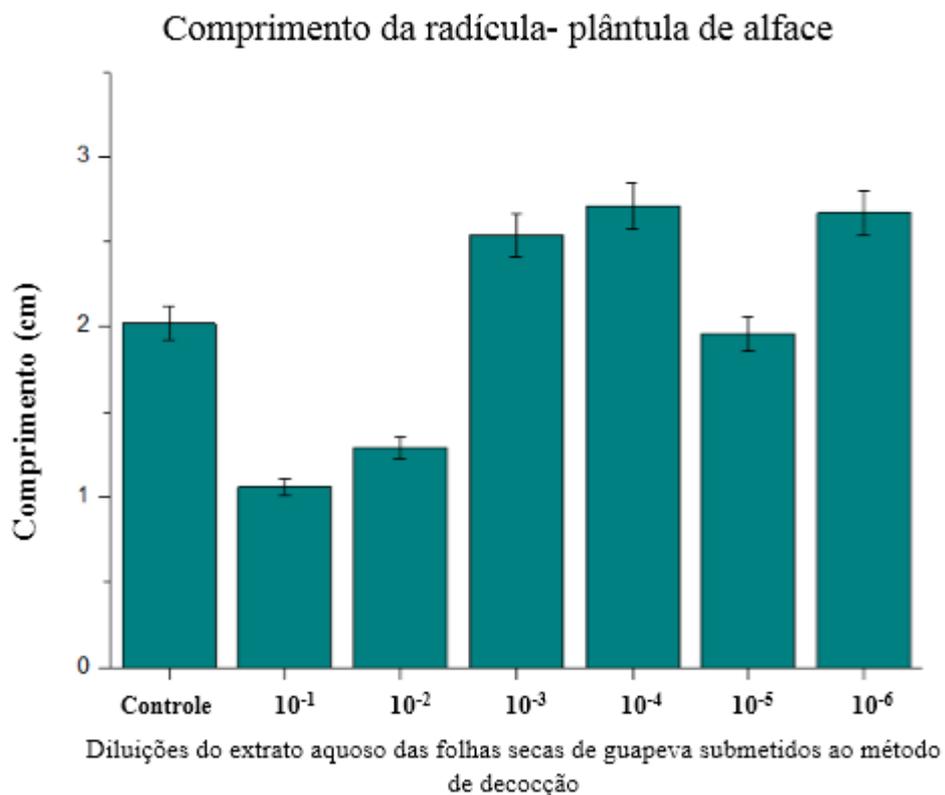


Figura 41. Comprimento da radícula das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Faria, *et al.* (2009), também observaram efeitos de indução no crescimento da radícula do milho no estudo da avaliação dos efeitos alelopáticos de extratos aquosos das folhas de *Pinus sp.*, milheto [*Pennisetum americanum* (L.) Leeke] e mucuna (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy) sobre a germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e foi observado o aumento tanto do comprimento da radícula quanto no comprimento de hipocótilo do milho, quando este foi tratado com o extrato aquoso de milheto.

Os resultados do comprimento da parte aérea das plântulas de alface tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, obtidos pelos métodos de infusão e decocção em diferentes diluições são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Comprimento da parte aérea de plântulas de alface, submetida ao tratamento com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go.

| Diluições | Alface (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (I) (Folhas secas) | Alface (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Alface (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) |
| Controle | 1,90 ab | 1,76 a | 1,90 a | 1,76 a |
| 10 ⁻¹ | 1,54 c | 1,27 b | 1,50 b | 1,11 b |
| 10 ⁻² | 2,10 ab | 2,71 c | 2,04 ac | 1,85 a |
| 10 ⁻³ | 2,08 ab | 2,54 ac | 2,23 c | 2,12 ac |
| 10 ⁻⁴ | 2,11 ab | 2,43 ac | 2,22 ac | 2,16 ac |
| 10 ⁻⁵ | 2,18 b | 2,83 c | 2,10 ac | 2,94 c |
| 10 ⁻⁶ | 1,81 ac | 2,01 a | 2,32 c | 2,14 ac |
| Coefficiente de variação | 0,26 | 0,35 | 0,24 | 0,29 |
| Correlação de Pearson | 0,066 | 0,026 | 4,46x10 ⁻⁹ | 0,069 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para avaliação do comprimento da parte aérea da plântula de alface tratada com os extratos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, esta foi comparada com as sementes tratadas com água destilada (controle), sendo observada inibição ou indução significativa no crescimento tanto da radícula quanto do folículo de alface para os extratos obtidos pelos dois métodos.

Foi observado efeito alelopático inibitório significativo no comprimento da parte aérea da plântula de alface na diluição 10^{-1} dos extratos aquosos das folhas *in natura* de guapeva obtidos por decocção e infusão, e na diluição 10^{-1} dos extratos aquosos das folhas secas de guapeva obtido por infusão e decocção, quando estes foram adicionados às sementes de alface. As inibições foram de 18,9% para o extrato das folhas *in natura* obtido por infusão e de 21,0% para o extrato obtido por decocção (Figuras 42 e 43). Já nas sementes de alface tratadas com os extratos das folhas secas de guapeva, houve inibição no comprimento da parte aérea de 27,8% (infusão) e de 36,9% (decocção).

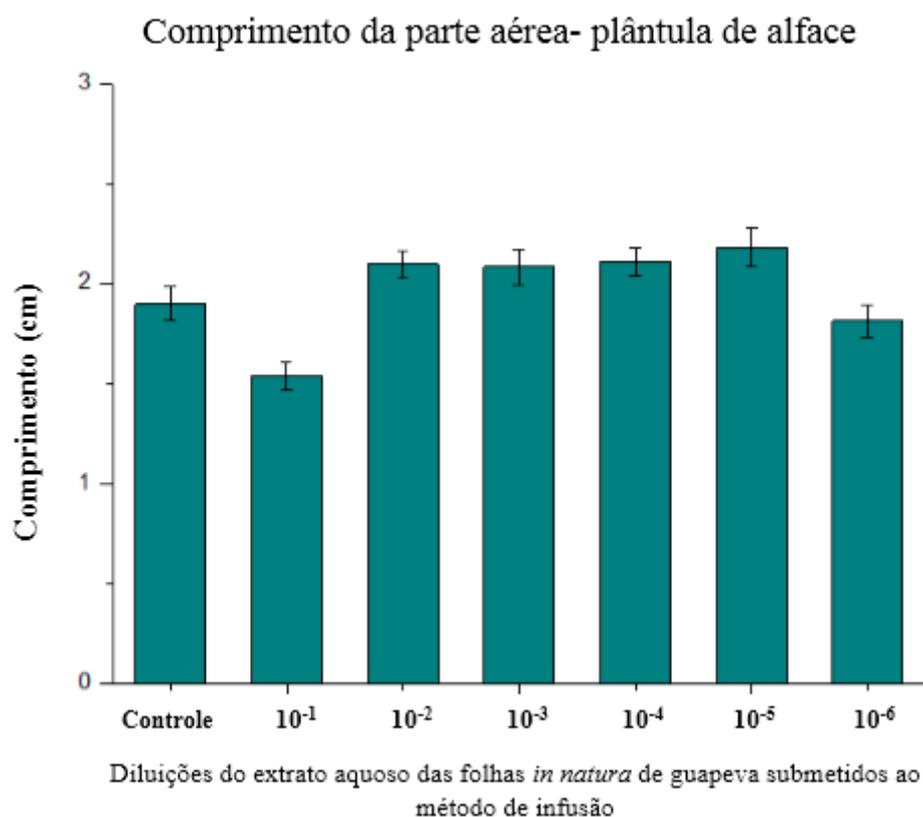


Figura 42. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

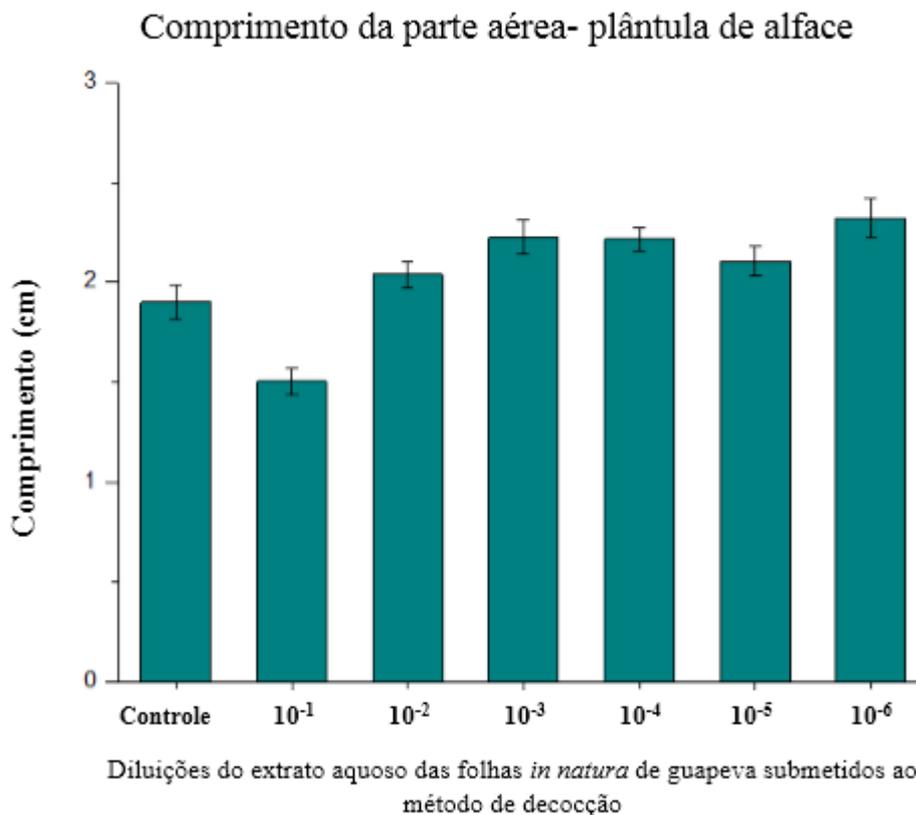


Figura 43. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Peres, et al. (2004), verificaram o efeito alelopático dos extratos alcoólicos de cinco espécies de Pteridophyta (*Adiantopsis radiata* (L.) Feé; *Adiantum serratodentatum* Willd; *Adiantum tetraphyllum* Willd; *Pteris denticulata* Sw. var. *denticulata* e *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link var. *calomelanos*), em diferentes concentrações, na germinação e crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) e cebola (*Allium cepa*). Os autores também observaram efeito inibitório, sendo que o extrato alcoólico de *Adiantum serratodentatum* inibiu o crescimento da radícula das plântulas de alface significativamente na concentração de 250 mg.L⁻¹; a espécie *Pityrogramma calomelanos* ocasionou efeito inibitório nas concentrações mais elevadas e o extrato de *Pteris denticulata*, na concentração de 1.000mg.L⁻¹. Entretanto, foi observado que somente o extrato de *Adiantum tetraphyllum* inibiu significativamente o crescimento tanto do hipocótilo, quanto da radícula de alface em todas as concentrações testadas.

Corsato, et al. (2008), estudando o efeito alelopático em diferentes diluições (20, 40, 60 e 80%) dos extratos aquosos de tremçoço branco (*Lupinus albus* L.) sobre a germinação de sementes de alface, soja, e picão preto, observaram que as sementes de

picão preto sofreram forte inibição do comprimento da raiz, quando comparadas com as demais plantas-testes, a partir da concentração de 20%.

Pelos resultados apresentados na Tabela 10, é possível observar efeitos de indução do comprimento da parte aérea das plântulas de alface, quando as sementes de alface foram submetidas aos extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de guapeva. Nos tratamentos com os extratos das folhas *in natura*, somente na diluição 10^{-3} do extrato obtido por decocção, observou-se aumento no comprimento da parte aérea de 15,6% da plântula de alface. Já para os extratos das folhas secas, foram observadas induções no crescimento da parte aérea de 54,0%, 44,3%, 38,0% e 60,8%, nas seguintes diluições 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-5} , respectivamente, utilizando os extratos obtidos por infusão. Para os extratos obtidos por decocção houve indução do crescimento de 20,4%, 22,7%, 67% e 21,6%, nas diluições 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} , respectivamente.

Tatibana, *et al.* (2009), estudando o potencial alelopático do extrato alcoólico de folhas e pequenos ramos de viuvinha (*Chomelia obtusa*) sobre a germinação e crescimento de plântulas também observaram efeito indutivo nas amostras tratadas com o extrato de viuvinha, sendo que o efeito foi mais pronunciado nos tratamentos de 500 e $2000\mu\text{g mL}^{-1}$.

Os resultados da influência no comprimento da parte aérea das plântulas de alface tratadas com os extratos aquosos das folhas secas de guapeva, obtidos pelos métodos de infusão e decocção podem ser observados nas Figuras 44 e 45.

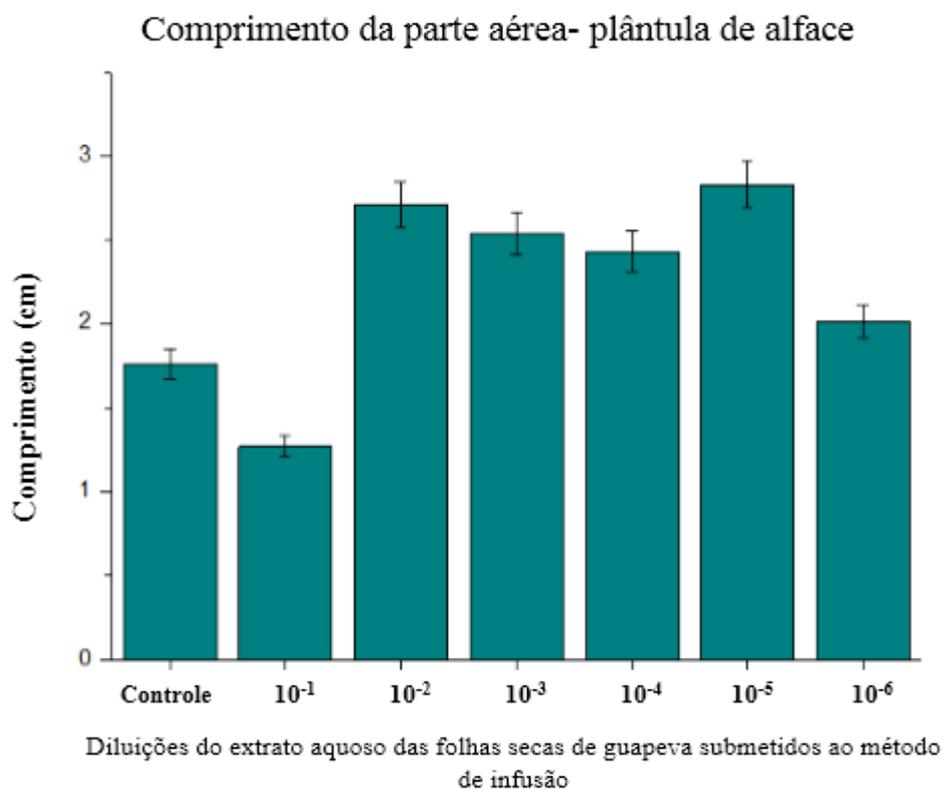


Figura 44. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

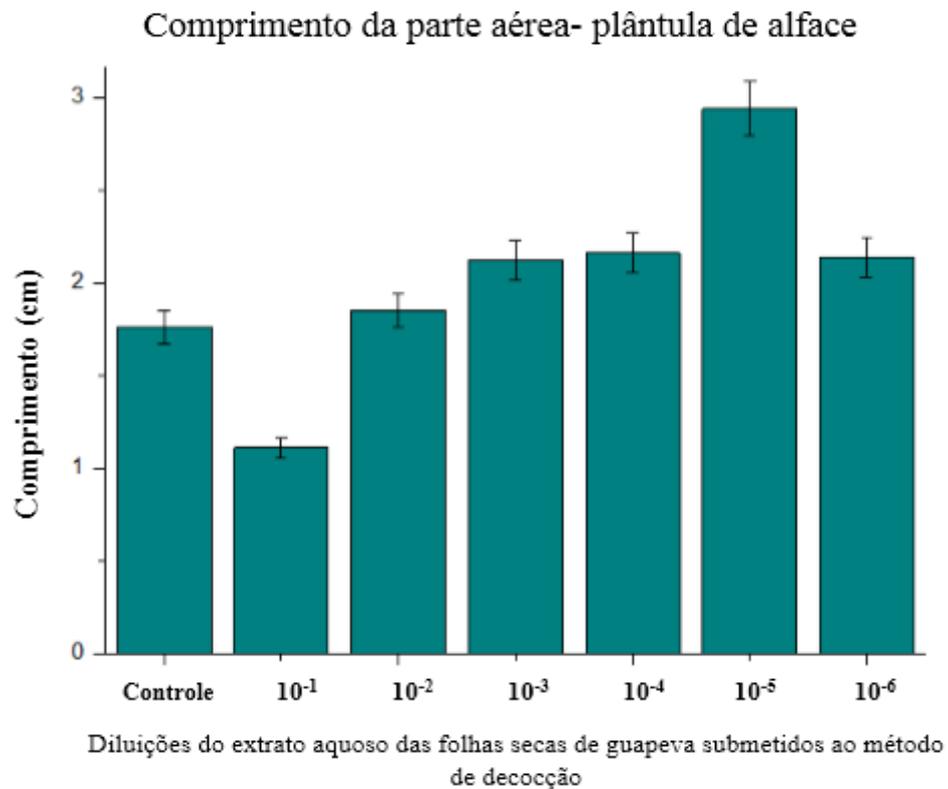


Figura 45. Comprimento da parte aérea das plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A Tabela 11 mostra os resultados das médias de germinação em sementes de rabanete tratadas com extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, obtidos pelos métodos de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições.

Tabela 11. Média de germinação em sementes de rabanete, submetidos ao método de infusão (I) e decocção (D) em diferentes diluições de extrato aquoso das folhas *in natura* e secas de guapeva, Rio Verde -Go.

| Diluições | Rabanete (Folhas <i>in natura</i>) | | Rabanete (Folhas secas) | |
|-----------------------------|--|----------|----------------------------|----------|
| | Infusão | Decocção | Infusão | Decocção |
| Controle | 5,0 a | 5,0 a | 4,6 a | 4,6 a |
| 10 ⁻¹ | 4,6 a | 5,0 a | 4,3 a | 4,6 a |
| 10 ⁻² | 4,6 a | 5,0 a | 4,6 a | 4,0 a |
| 10 ⁻³ | 4,6 a | 5,0 a | 5,0 a | 5,0 a |
| 10 ⁻⁴ | 4,3 a | 5,0 a | 4,0 a | 5,0 a |
| 10 ⁻⁵ | 4,6 a | 5,0 a | 5,0 a | 4,6 a |
| 10 ⁻⁶ | 5,0 a | 5,0 a | 4,6 a | 4,2 a |
| Coefficiente de variação | 0,10 | 0,06 | 0,16 | 0,14 |
| Correlação de Pearson | 0,82 | 1,0 | 0,57 | 0,69 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Não foi observado efeito alelopático após o tratamento com os extratos aquosos das folhas *in natura* de guapeva, na germinação da maioria das sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) já que não houve alterações significativas (Figura 46 e 47).

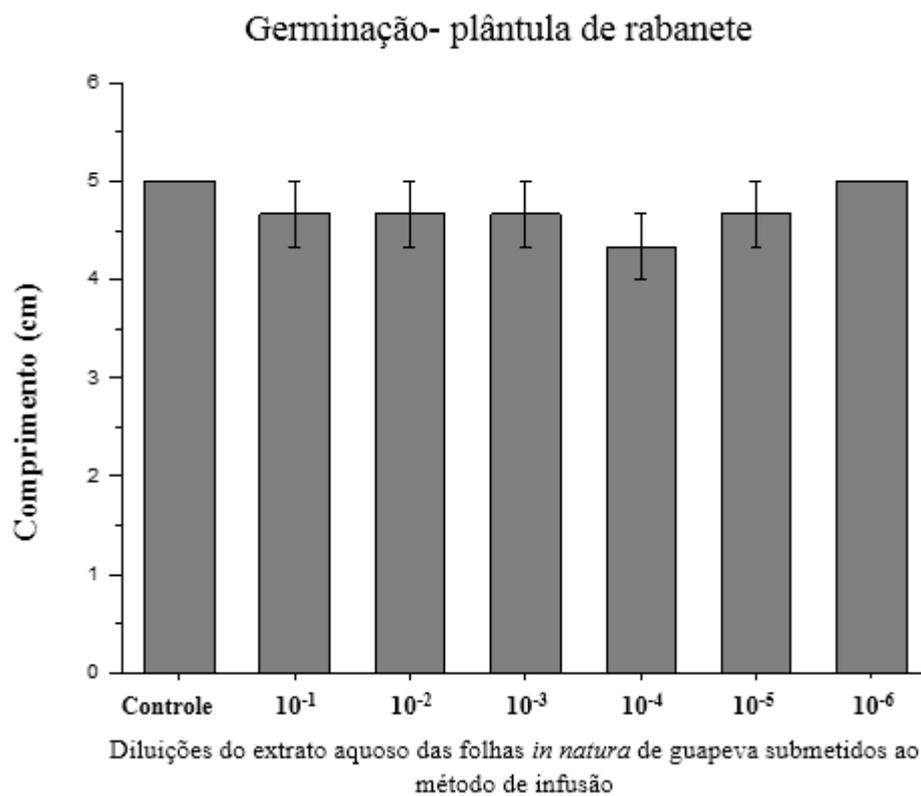


Figura 46. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de guapeva.

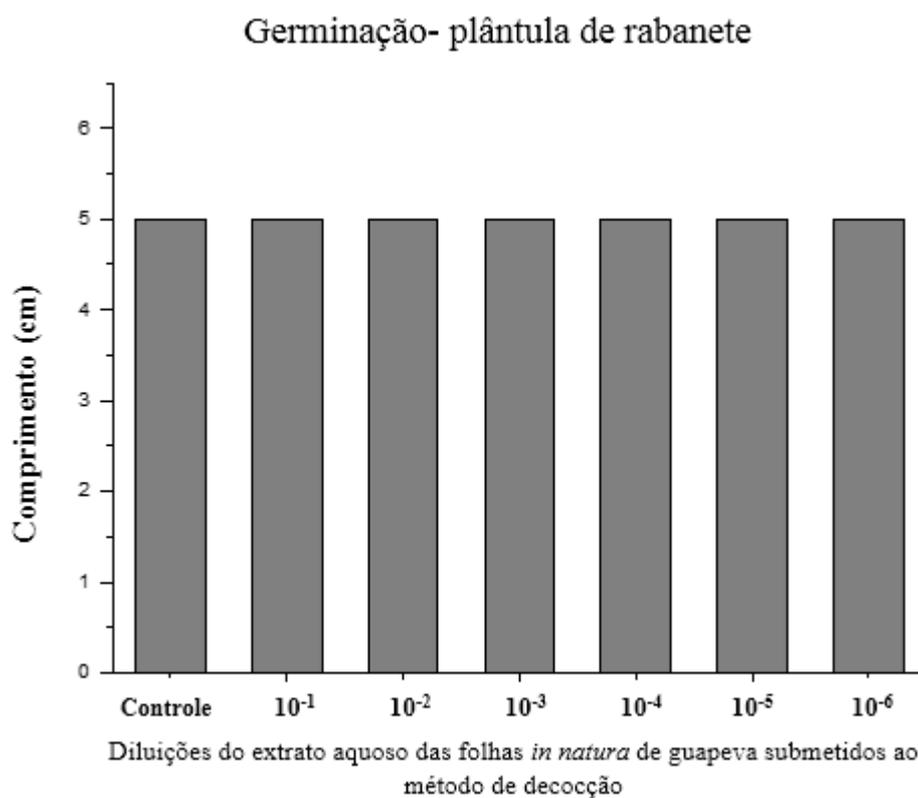


Figura 47. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de guapeva.

Também não foi observado efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas secas de guapeva, na germinação da maioria das sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.).

Estudo realizado por Rosa, *et al.* (2013) sobre o efeito alelopático de folhas verdes e cascas frescas de três espécies de vimeiro (*S. Rubens*, *S. viminalis*, *S. smithiana*) sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de rabanete, mostra que não houve efeito alelopático na germinação de sementes de rabanete quando estas foram tratadas com a lixiviação da casca ou da folha das espécies de *Salix* estudadas. Neste caso, não foi observada diferença estatística entre tratamentos com extratos e tratamentos com a testemunha (água destilada).

Os resultados da germinação das sementes de rabanete tratadas com os extratos aquosos das folhas secas de guapeva, obtidos pelo método de infusão e decocção podem ser observados nas Figuras 48 e 49.

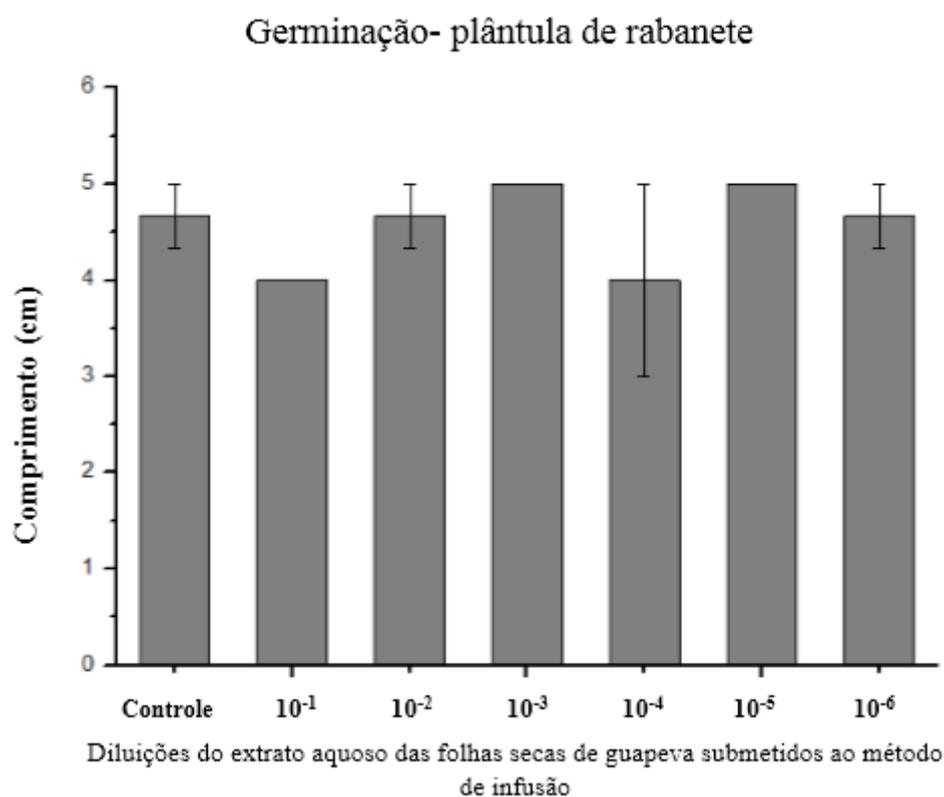


Figura 48. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva.

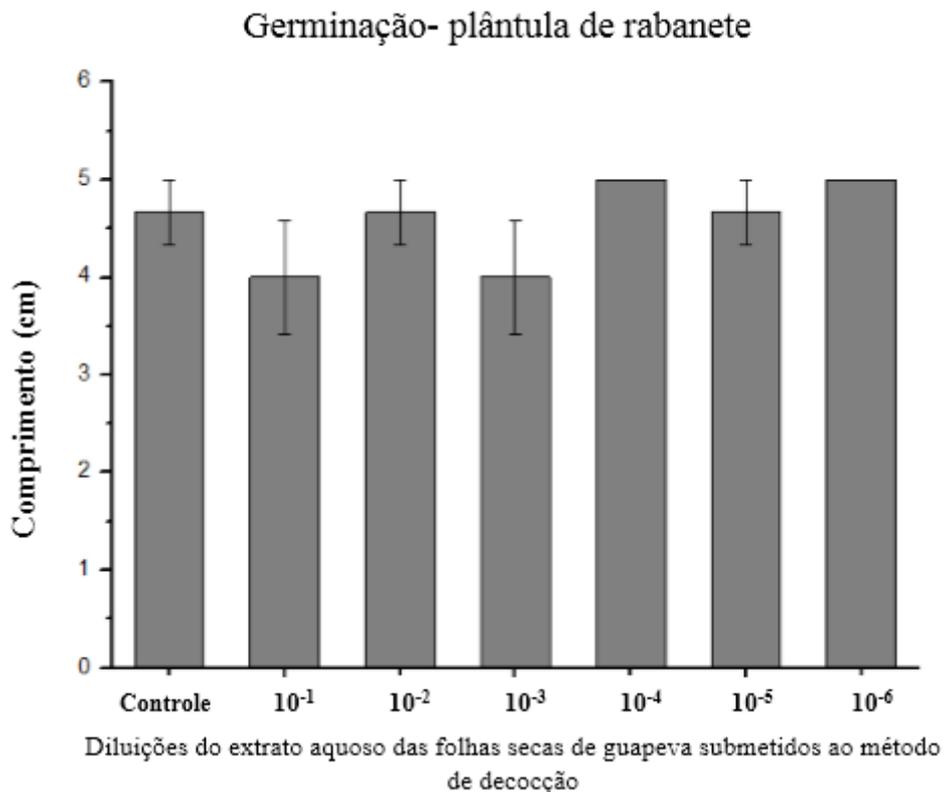


Figura 49. Germinação de sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas secas de guapeva.

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para a avaliação dos comprimentos da radícula de plântulas de rabanete submetidas aos tratamentos das folhas *in natura* e secas de guapeva com os extratos obtidos por infusão e decocção.

Os tratamentos com os extratos aquosos das folhas secas e *in natura* de guapeva (I e D), em diferentes diluições, interferiram no crescimento do comprimento da radícula das sementes de rabanete (Tabela 12).

Foi observado efeito de inibição significativa nas diluições 10⁻¹ e 10⁻² obtidas pelos métodos de infusão e decocção tanto para as sementes tratadas com os extratos das folhas secas quanto para as sementes tratadas com os extratos das folhas *in natura*.

Tabela 12. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete, submetida aos tratamentos com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go.

| Diluições | Rabanete (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (I) (Folhas secas) | Rabanete (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) | Radícula (cm) |
| Controle | 8,44 a | 6,76 ac | 8,44 a | 5,76 a |
| 10 ⁻¹ | 2,93 b | 0,0 b | 4,28 ab | 0,0 b |
| 10 ⁻² | 5,01 ab | 2,63 ac | 4,27 b | 2,70 c |
| 10 ⁻³ | 7,04 ab | 7,54 c | 7,70 ab | 6,28 a |
| 10 ⁻⁴ | 6,83 a | 5,29 ac | 4,32 b | 6,07 a |
| 10 ⁻⁵ | 7,64 a | 5,06 ac | 6,50 ab | 4,54 ac |
| 10 ⁻⁶ | 6,63 ab | 4,51 ac | 6,08 ab | 6,20 a |
| Coefficiente de variação | 0,50 | 0,62 | 0,49 | 0,50 |
| Correlação de Pearson | 0,84 | 0,12 | 0,21 | 0,00678 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para os extratos das folhas *in natura* de guapeva houve inibição de 35,0% e 21,8%, respectivamente, para o extrato obtido por infusão e para os extratos obtidos por decocção se obteve a redução de 24,7 % e 25,7 %, respectivamente. Para as demais diluições não apresentaram diferenças significativas no comprimento da radícula quando comparadas com o controle (Figuras 50 e 51).

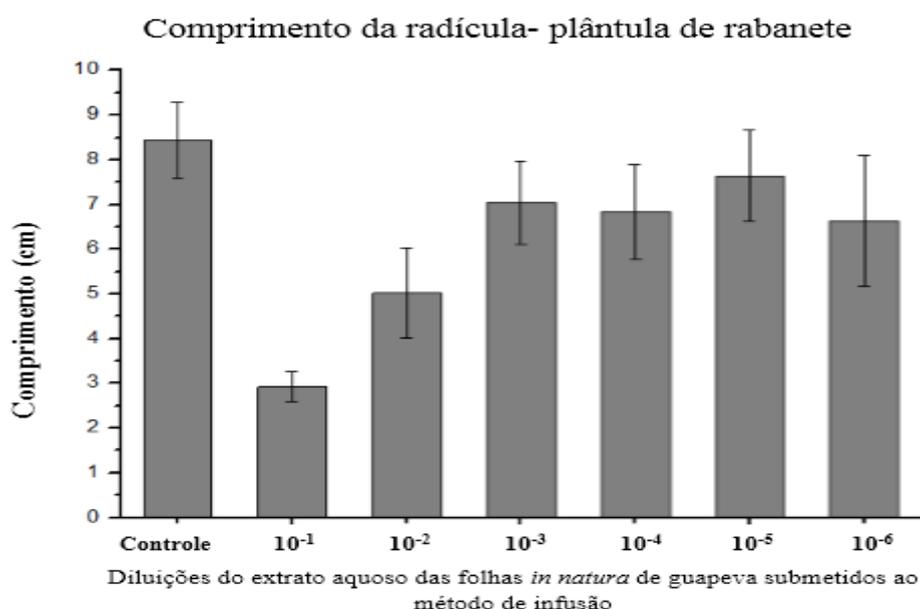


Figura 50. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

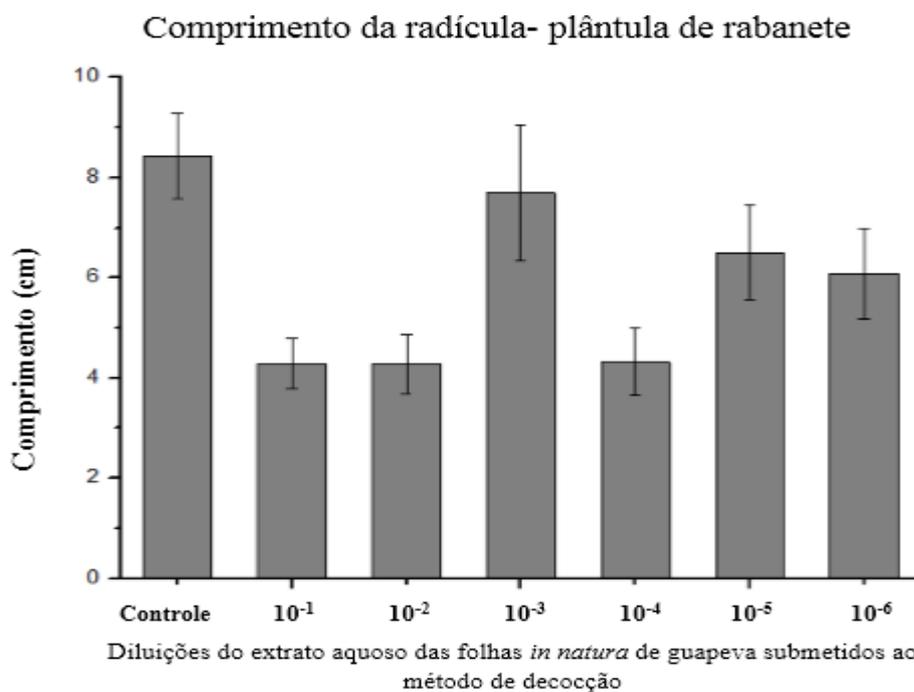


Figura 51. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decocção das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já para as sementes de rabanete tratadas com os extratos das folhas secas, observou-se redução de 60,5 % e 25,3%, quando os extratos foram obtidos por infusão, e a diminuição no comprimento da radícula de 60,5% e 25,3%, quando obtidos por decocção, nas diluições 10^{-1} e 10^{-2} , respectivamente. As demais diluições não apresentaram diferenças significativas no comprimento da radícula quando comparadas com o controle (Figuras 52 e 53).

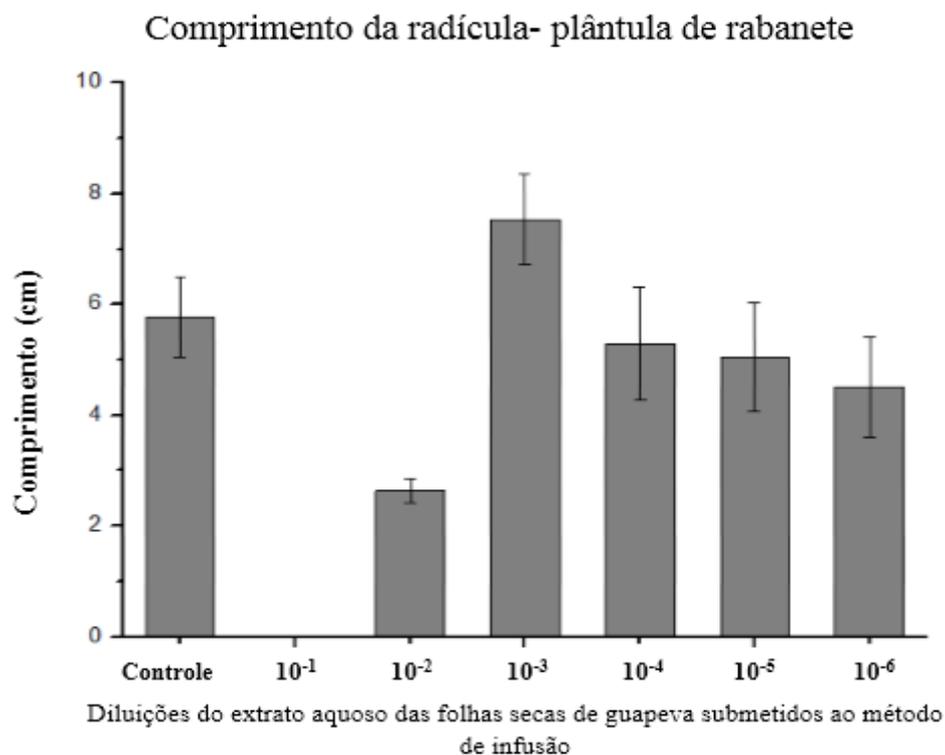


Figura 52. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

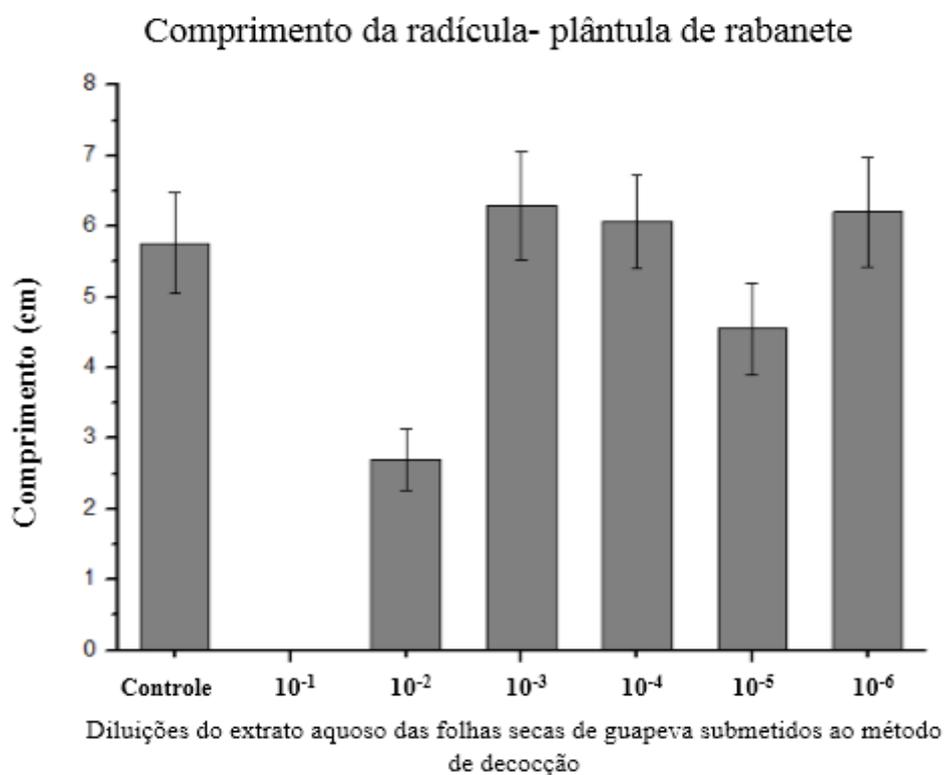


Figura 53. Comprimento da radícula das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ribeiro, *et al.* (2009), estudaram o efeito alelopático dos extratos aquosos de *C. americanum* em diferentes concentrações sobre a porcentagem e tempo médio de germinação e de alface (*Lactuca sativa* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), capim-arroz (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv.) e corda-de viola (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell)) e verificaram que os extratos aquosos de *C. americanum*, inibiram o crescimento das raízes e parte aérea das sementes de rabanete, sob extratos com concentrações maiores que 50%, quando comparados com a testemunha. Também se observou que mais da metade das plântulas foi considerada morta ou inviável no extrato de raiz a 100%.

Do mesmo modo, Andrade, *et al.* (2009), estudando o potencial alelopático de folhas secas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas de mostarda (*Brassica campestris* L.), brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), couve-flor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), nabo (*Brassica rapa* L.), alface (*Lactuca sativa* L. cv. Grand rapids), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) e rabanete (*Raphanus sativus* L.), verificaram que os extratos aquosos das folhas de tiririca, provocaram crescente redução no crescimento tanto da parte aérea como do sistema radicular das plântulas de rabanete, e o crescimento foi reduzido a partir da concentração de 30% do extrato aquoso, quando comparado ao tratamento controle. Também se observou que a partir da concentração de 70% o crescimento tanto da parte aérea como do sistema radicular de rabanete foi nulo.

Os resultados de comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete tratadas com os extratos aquosos diluídos das folhas *in natura* e secas de guapeva, obtidos pelos métodos de infusão e decocção em diferentes diluições são apresentados na Tabela 13.

Novamente se observa efeitos inibitórios e efeito de indução do crescimento no comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete quando suas sementes foram tratadas com os extratos aquosos das folhas *in natura* e secas de guapeva.

Tabela 13. Comprimento da parte aérea de plântulas de rabanete, submetida aos tratamentos com extratos aquosos das folhas *in natura* e folhas secas de guapeva (I e D) em diferentes diluições, Rio Verde- Go.

| Diluições | Rabanete (I) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (I) (Folhas secas) | Rabanete (D) (Folhas <i>in natura</i>) | Rabanete (D) (Folhas secas) |
|--------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) | Parte Aérea (cm) |
| Controle | 5,40 a | 3,99 a | 5,40 ab | 3,99 a |
| 10 ⁻¹ | 5,14 a | 0,0 b | 3,96 b | 0,0 b |
| 10 ⁻² | 6,05 b | 1,04 a | 5,17 ab | 3,05 ac |
| 10 ⁻³ | 5,87 ab | 1,19 a | 6,22 a | 2,68 c |
| 10 ⁻⁴ | 5,23 a | 2,85 a | 4,13 ab | 2,84 ac |
| 10 ⁻⁵ | 4,61 ac | 1,43 a | 4,06 b | 3,39 ac |
| 10 ⁻⁶ | 4,26 ac | 1,48 a | 5,09 ab | 2,36 c |
| Coefficiente de variação | 0,32 | 0,49 | 0,28 | 0,35 |
| Correlação de Pearson | 0,07 | 0,60 | 0,16 | 0,57 |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Foi observada diminuição da parte aérea do rabanete com redução significativa na diluição 10⁻¹ quando as sementes de rabanete foram submetidas aos extratos das folhas secas de guapeva obtidos pelos dois métodos de extração, não sendo observadas diferenças significativas nas demais diluições, quando estas foram comparadas com o controle (Figuras 54 e 55).

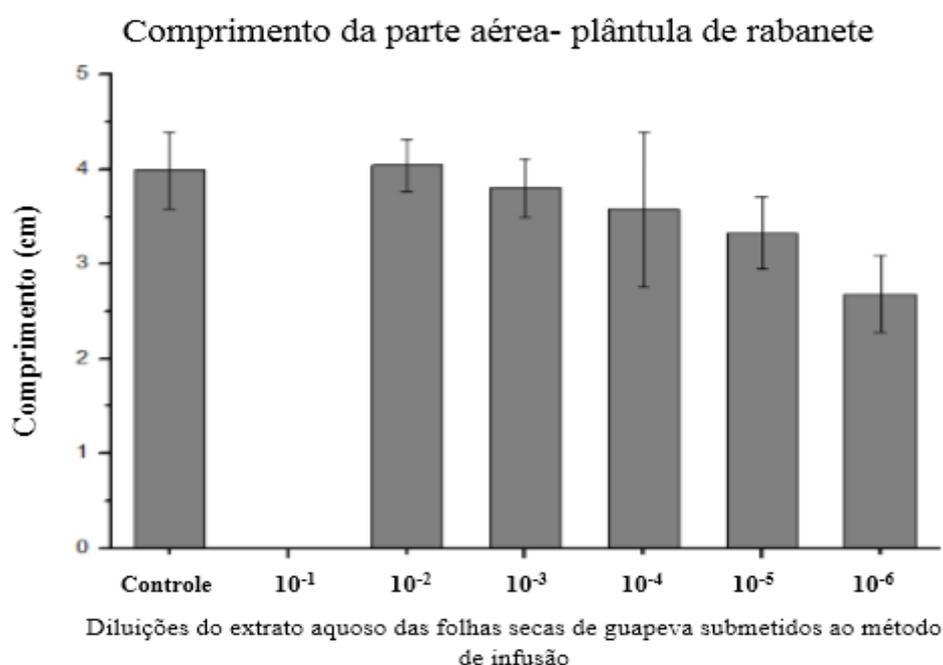


Figura 54. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

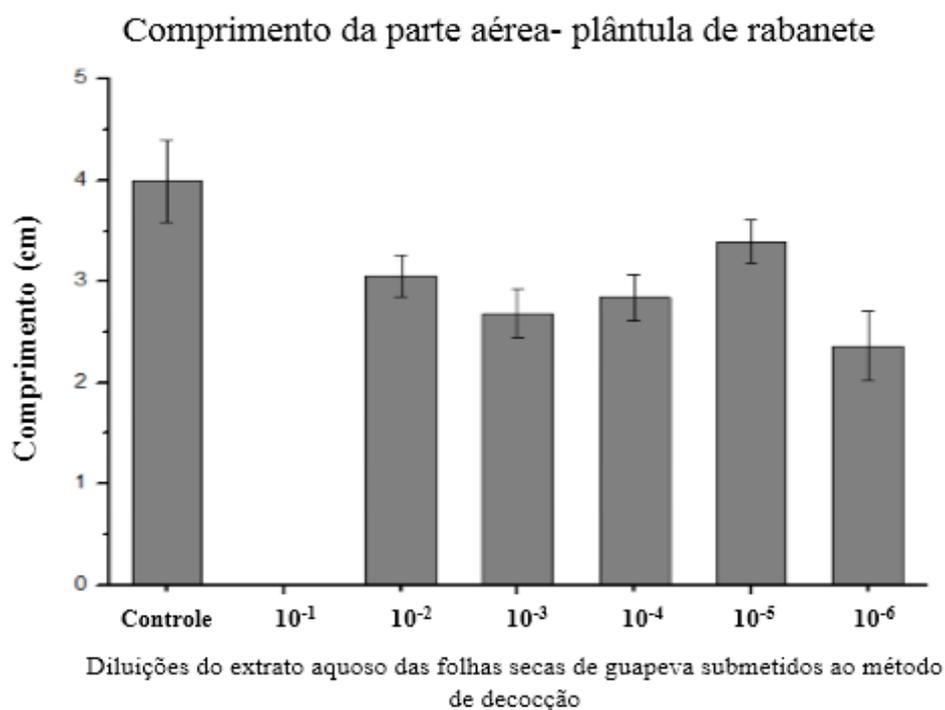


Figura 55. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas secas de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já para sementes de rabanete submetidas aos extratos aquosos das folhas *in natura* de guapeva, foi observado que as plântulas sofreram redução significativa no comprimento da parte aérea de rabanete nas diluições 10⁻⁵ e 10⁻⁶, sendo de 14,6% e 21,1%, respectivamente, quando tratadas com extratos obtidos pelo método de infusão. Para o método de decoção, com exceção da diluição 10⁻³ que sofreu indução no comprimento da parte aérea de 15,18%, nas demais diluições ocorreu efeito de inibição do crescimento da parte aérea, sendo este efeito mais acentuado na diluição 10⁻¹ com redução de 26,6% quando comparadas com o controle (Figuras 56 e 57).

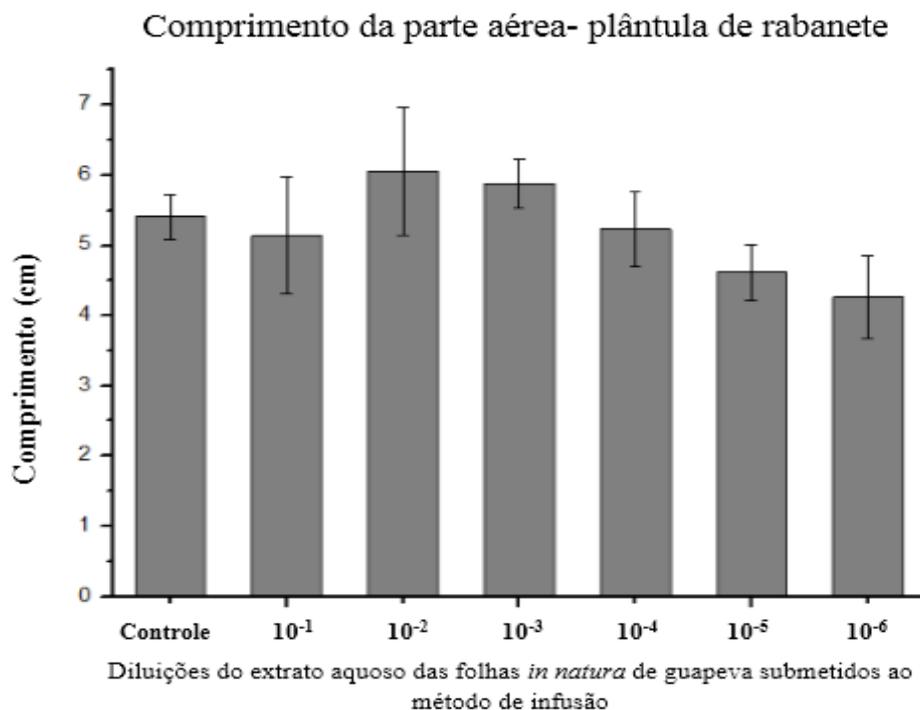


Figura 56. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de infusão das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

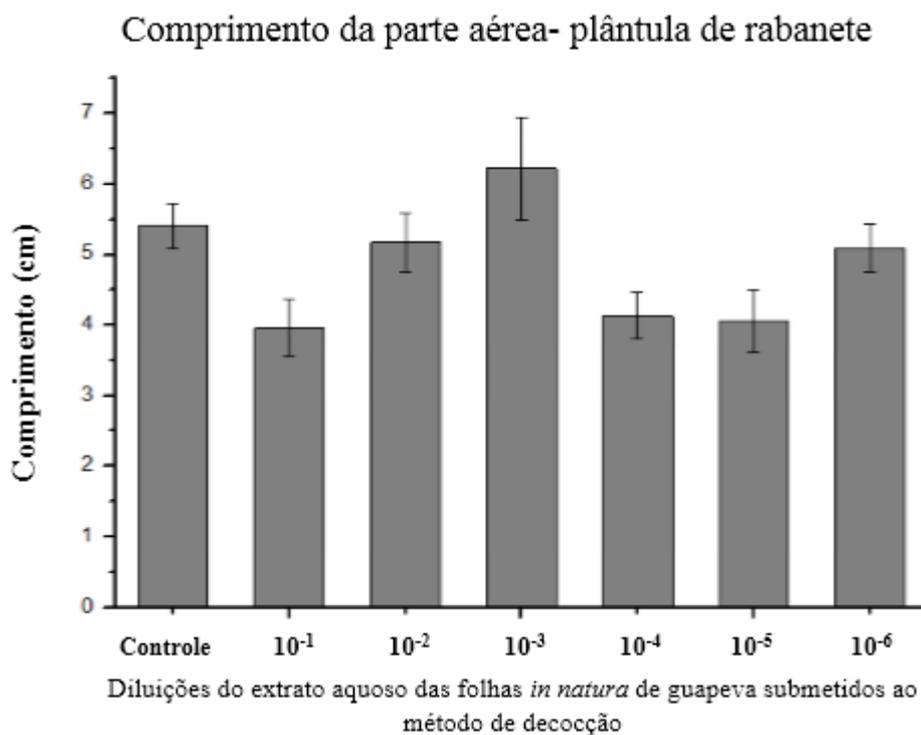


Figura 57. Comprimento da parte aérea das plântulas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetidas à ação de diferentes diluições dos extratos aquosos obtidos pelo método de decoção das folhas *in natura* de guapeva. Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Yamagushi, *et al.* (2001), no estudo da alelopatia de diferentes diluições de extratos aquosos das folhas secas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) e guaçatonga (*Casearia sylvestris* Sw.) sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de mostarda (*Brassica campestris* L.), repolho (*Brassica oleracea* L. cv. capitata), brócolis (*Brassica oleracea* L. cv. italiana), couve (*Brassica pekinensis* L.), alface (*Lactuca sativa* L. cv. grand rapids), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), nabo (*Brassica rapa* L.), rúcula (*Eruca sativa* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.) também observaram o efeito alelopático de inibição ao utilizar os extratos aquosos de eucalipto e guaçatonga, no crescimento da parte aérea das plântulas de rabanete, sendo que a inibição foi bastante pronunciada a partir da concentração de 50%.

Os resultados obtidos neste estudo do efeito alelopático das folhas *in natura* e secas de guapeva sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete permitiram observar efeitos de inibição e indução dos mesmos. Esses efeitos de inibição e indução na germinação e crescimento das plântulas podem ser justificados pela presença das classes de metabólitos de flavonoides e alcaloides, uma vez que a presença desses compostos em elevadas concentrações podem acarretar a diminuição da plântula e em concentrações mais baixas podem induzir o crescimento da mesma. Isso ocorre porque a radícula e folíolo da mesma planta reagem de modo distinto quando na presença do mesmo composto, ou seja, a dose ótima para o crescimento da radícula é diferente à dose ótima para o crescimento do folíolo (RAVEN, 2001).

Segundo Yamagushi, *et al.* (2011) normalmente são encontradas em plantas superiores substâncias químicas com propriedades alelopáticas diversificadas, sendo que as quantidades e a composição destes compostos podem variar de acordo com a espécie estudada.

Um aspecto importante e que deve ser discutido em estudos de alelopatia é o efeito de sinergia. A presença de diversos compostos nos extratos aquosos pode influenciar no efeito alelopático sentido pela cultura em questão, potencializando a ação de determinados compostos tanto para efeitos de inibição quanto de indução. Dyer & Palmer. (2004) acreditam que a utilização direta dos extratos, sem o isolamento de compostos específicos, pode proporcionar o efeito de sinergia entre os compostos dos extratos e apresentar diferenças significativas de efeito alelopático quando comparado com os compostos isolados. Dessa forma, o estudo tanto da utilização de extratos brutos quanto da utilização de óleos essenciais se torna de grande valia para verificação do efeito

alelopático proporcionado por eles e para possível comparação com os compostos isolados destes extratos ou óleos.

Em relação ao coeficiente de correlação de Pearson, foi observado que os extratos de diferentes diluições de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva utilizados na germinação e comprimento da radículas das plântulas de rabanete apresentaram correlações positivas e significativas, indicando que existe efeito indireto atuando sobre essas plântulas. Esse efeito indireto foi, para todos os casos, positivo para correlações próximas de |1|. Porém pode-se observar que o efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete possui baixa tendência, ou seja, que é difícil obter estimativas da correlação linear de Pearson, com elevada precisão, especialmente, para pares de caracteres com baixa intensidade de relação linear, em função da ação das diferentes diluições dos extratos aquosos sobre as sementes de alface e rabanete.

6.2.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DAS FOLHAS DE *POUTERIA GARDNERIANA* RADLK

Foram realizadas análises de prospecção fitoquímica para a detecção de compostos do metabolismo secundário, nas folhas secas de guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk). Através dessas análises foi possível obter informações preliminares quanto ao perfil de produção de metabólitos secundários nesta espécie. Estas informações são de extrema importância considerando que, assim como para o caju-de-árvore-do-cerrado, há poucos trabalhos relacionados a esta espécie. Dessa forma, este estudo proporcionou conhecimento básico sobre a planta em estudo já que foi possível observar a presença de algumas classes específicas de compostos (Tabela 14).

Tabela 14. Resultado dos testes de prospecção fitoquímica, para identificação das classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de guapeva.

| Classe de metabólitos secundários | Reagentes | Resultados |
|--|------------------|-------------------|
| Saponina | Água | N |
| Antraquinonas Livres | Bornträger | N |
| Glicosídeos antraquinônos e dímeros | Bornträger | N |
| Glicosídeos Cardioativos | Keller-Kiliani | N |
| Taninos | Gelatina | P |
| Flavonoides | Shinoda | N |
| | PEW | P |
| Alcaloides gerais | Mayer (A) | P |
| | Dragendorff (A) | N |
| | Bouchardat (A) | P |
| | Bertrand (A) | P |
| | Hager (A) | P |
| | Mayer (B) | N |
| | Dragendorff (B) | P |
| | Bouchardat (B) | P |
| | Bertrand (B) | N |
| Hager (B) | N | |
| Alcaloides quinólicos | RGA | N |
| Alcaloides isoquinólicos | RGA | P |
| Alcaloides púricos | RGA | P |
| Alcaloides indólicos | Reação de Otto | N |

O sinal (P) indica presença e (N) ausência do constituinte químico.

Com os resultados obtidos, foi possível identificar as classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de guapeva. Entre os constituintes químicos avaliados,

a guapeva apresentou as classes de taninos, flavonoides, alcaloides gerais e os alcaloides isoquinólicos e púricos.

Em função das classes químicas encontradas nas folhas de guapeva, esta espécie pode ser caracterizada como uma planta promissora, podendo haver substâncias biologicamente ativas.

Os resultados apresentados não estabelecem a natureza dos compostos responsáveis pela ação alelopática de inibição e/ou indução da germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete, porém estudos realizados com as folhas de guapeva demonstram que a mesma possui compostos alcaloides e flavonoides, substâncias que podem ser responsáveis pela ação verificada. Mas somente estudos de caracterização química dos extratos poderão proporcionar maior esclarecimento quanto aos compostos com potencial efeito alelopático.

7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A alelopátia pode ser considerada uma alternativa viável no manejo de plantas daninhas pelo seu excelente potencial de interação e importância ecológica, assim como a possibilidade de fornecer novas estruturas químicas para produção de bioativos que combatam as pragas ou plantas invasoras e sejam menos danosos ao ambiente.

Neste trabalho foi possível observar a existência do potencial alelopático dos extratos obtidos das folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk), pela sensibilidade observada nas sementes de alface e rabanete. Estas espécies foram utilizadas por se apresentarem como espécies indicadoras da presença de aleloquímicos, podendo constatar tanto na utilização dos extratos obtidos por infusão quanto por decocção, através da verificação dos efeitos de inibição e estimulação nestas sementes.

Efeitos de dosagem também foram analisados através da utilização dos extratos em diferentes diluições e se constatou que os efeitos dos aleloquímicos são dependentes das concentrações já que foram observadas variações nos efeitos alelopáticos (efeito inibitório e/ou estimulante) apenas alterando a concentração utilizada dos extratos. Os efeitos inibitórios significativos foram observados nas maiores concentrações, principalmente na diluição 10^{-1} , verificando efeito alelopático nessa diluição.

A prospecção fitoquímica das folhas secas de caju-de-árvore-do-cerrado e guapeva forneceu informações preliminares quanto ao perfil de produção de metabólitos

secundários. Estes dados são importantes para o conhecimento das classes de compostos presentes nas plantas em estudo, revelando possíveis classes de metabólitos secundários que podem ser responsáveis pela ação verificada.

Outro fator analisado foi a estimativa do coeficiente de correlação linear de Pearson para as espécies estudadas, não sendo encontrados dados na literatura para o efeito alelopático dos extratos aquosos de folhas de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) sobre a germinação e crescimento de plântulas de alface e rabanete. Pelos valores obtidos não é possível definir a tendência linear do efeito alelopático sobre as espécies estudadas.

É importante salientar que não são encontrados na literatura científica trabalhos com os extratos obtidos do caju-de-árvore-do-cerrado e de guapeva, até o momento, e que os efeitos alelopáticos apresentados neste trabalho mostram que estas espécies apresentam grande potencial para verificação dos metabólitos presentes em seus extratos e suas possíveis aplicações para diversas áreas de estudos.

Dada a natureza do trabalho realizado no âmbito desta dissertação, as perspectivas futuras do desenvolvimento deste estudo é:

- Caracterização os compostos químicos presente nos extratos aquosos de caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) e guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk), utilizando os métodos cromatográficos (HPLC-UV) e espectrométricos (UV-Vis, IV e RMN de ¹H e de ¹³C) a fim de adquirir informações que podem proporcionar esclarecimento sobre os efeitos fisiológicos dos mesmos.
- Identificação dos metabolitos secundários presente nos extratos aquosos das folhas do vegetal.
- Determinação da estrutura química dos compostos presentes nos extratos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGOSTINI-COSTA, T. da S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F. Cajus do Cerrado. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. da S.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Cap. 8, p.136-151, 2006.

ANDRADE, H. M.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. **Potencial alelopático de *Cyperus rotundus* L. sobre espécies cultivadas**. Revista "Ciência e Agrotecnologia", v. 33, p. 1984-1990, 2009.

ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; MARTINAZZO, E. G.; PASTORINI, L. H.

Atividade alelopática de *Ateleia glazioveana* Baill (timbó) sobre *Lactuca sativa* L. (alface). Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, p. 147-149, 2007.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 10, de 10 de março de 2010.** Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 11 de abril de 2014.

ASSIS, K. C. **Propagação *in vitro* de *Anacardium othonianum* Rizz., uma espécie frutífera e medicinal do cerrado.** Dissertação (Mestre em Agronomia)- Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás- Campus Jataí, Jataí, 2010.

ÁVILA, R.; OLIVEIRA, L.F.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização dos frutos nativos dos cerrados: araticum, baru e jatobá.** Revista Agrotecnologia, v.1, n. 1, 2010.

AZEVEDO, L. P. **Uso de dois espaçamentos entre gotejadores na mesma linha lateral e seus efeitos sobre a formação do bulbo molhado, produtividade e qualidade de rabanete (*Raphanus sativus* L.).** Tese (Doutor em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu – SP, 2008.

BELO, A. P. M. **Precocidade de produção, caracterização fenológica, biométrica e ocorrência de antracnose no caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.).** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

BORELLA, J.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z. **Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 398-404, 2011.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. **Efeito alelopático de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface e picão-preto.** Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 34, p. 1129-1135, 2010.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. **Interferência alelopática de extratos aquosos de raízes de erva-moura (*Solanum americanum*) sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete.** Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária, v. 3, n. 2, p.31-36, 2009.

BORGES, R.T.; SOUZA, E.R.B.; NAVES, R. V.; SELEGUINI, A.; BELO, A. P. M.; HAROLD, C. A. S.; NETO, E.P.V. **Caracterização do ambiente natural e implantação de coleção de caju arbóreo do cerrado.** Acessado em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-rodrigo-tavares.15/04/2013>.

CABRAL, J. S. R., SALES, J. F, SILVA, F. G, BRANQUINHO, A. C., OLIVEIRA, R.C. **Physiological quality of guapeva (*Pouteria gardneriana* radlk.) Seeds during storage.** Gl. Sci Technol, Rio Verde, v. 06, n. 01, 2013.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. **Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. **Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer).** Acta Botânica Brasílica, v.21, p. 697-705, 2007.

CENTENARO, C.; CORRÊA, L. G. P.; KARA, M. J.; VIRTUOS, S.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, O. G; MIGUEL, M. D. **Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae.** Rev. Bras. Farmacognosia, v. 19, p. 304-308, 2009.

CORDEIRO, J. L. T.; NASCIMENTO, F. J.; AGRA, P. F. M.; ANDRADE, L. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; FEITOSA, R. C. **Potencial alelopático do extrato aquoso de *Zizyphus joazeiro* MART. (Rhamnaceae) sobre o desenvolvimento inicial de *Lactuca sativa* L.** X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG, 2011.

COMIOTTO, A. **Potencial alelopático de diferentes espécies de plantas sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz e aquênios de alface e crescimento de plântulas de arroz e alface.** Dissertação (Mestre em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas, p.1-42, 2006

CORSATO, J. M.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R.; FORTES, A. M. T. **Efeito Alelopático do Tremoço Branco (*Lupinus albus* L.) Sobre a Germinação e o Crescimento Inicial da Alface, Soja e Picão Preto.** Revista Brasileira de Biociências, v. 6, p. 14-15, 2008.

DING, L.; QI, L.; JING, H.; LI, J.; WANG, W.; WANG, T. **Phytotoxic effects of leukamenin E (an ent-kaurene diterpenoid) on root growth and root hair development in *Lactuca sativa* L. seedlings.** Journal of Chemical Ecology, v. 34, p. 1492-500, 2008.

DYER, L. A.; PALMER, A. D. N. ***Piper: A Model Genus for Studies of Pytochemistry, Ecology, and Evolution.*** Kluwer Academic Publisher, New York, 2004.

FARIA, T. M.; JÚNIOR, F. G. G.; SÁ, M. E.; CASSIOLATO, A. M. R. **Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 33, p. 1625-1633, 2009.

FELIX, R. A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis* (fr. all.) a.c. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas.** Tese apresentada ao Instituto de Biociências na Universidade Estadual Paulista-Unesp, Botucatu- SP, 2012.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; ARAÚJO, F. P. **Efeitos alelopáticos de extratos de *Amburana cearensis* na germinação de sementes de rabanete e alface.** Revista Eletrônica Cultivando o Saber, v. 3, n. 01, p. 18-31, 2010.

FERREIRA, A. G; AQUILA, M. E. A.; **ALELOPATIA: Uma área emergente da ecofisiologia.** Revista Brasileira Fisiol. Veg., v.12, p.175-204, 2000.

FERREIRA, D. F. Sistema Para análise de variância para dados balanceados (**SISVAR**). Lavras: UFLA; p. 92, 1999.

FIGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 1982.

FILHO, A. C.; LOPES, S. J.; TOEBE, M.; SILVEIRA, T. R.; SCHWANTES, I. A. **Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*** Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 149-158, 2011.

FILHO, R. B. **Contribuição da fitoquímica para o desenvolvimento de um país emergente**. Quim. Nova, v. 33, n. 1, p. 229-239, 2010.

FONTE, N. N.; DUARTE, M. R.; SANTOS, C. A. M. **Manual de aulas práticas-Farmacognosia I e II**. Universidade Federal do Paraná- Departamento de Farmácia, Curitiba, 2007.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. **Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.** ACTA Botânica Brasílica, v.18, n.3, p.459-472, 2004.

GOBBO-NETO, L; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. Revista Química Nova, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GUSMAN, G. S.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. **Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas**. Acta Sci. Biol. Sci, v. 30, p. 119-125, 2008.

GUSMAN, G. S.; YAMAGUSHI, M. Q.; VESTENA, S. **Potencial alelopático de extratos aquosos de *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L. e *Euphorbia heterophylla* L.** IHERINGIA, Série Botânica, v. 66, n. 1, p. 87 - 98, 2011.

HENZ, G. P.; SINAGA, F. **Tipos de Alfaca Cultivados no Brasil**. Comunicado Técnico 75- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília, 2009.

IGNÁCIO, S. A. **Nota Técnica Ipardes: importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão**. | Nota Técnica Ipardes, Curitiba, n.6, 2010.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. **Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares**. Quim. Nova, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Regras para a análise de sementes**, SNDA/DNDU/CLU, Brasília, 2009.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola, Brasília: Mapa/SPA, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/10/safra-de-graos-201415-pode-chegar-a-200-milhoes-de-toneladas>. Acesso em 03 outubro 2014.

MARASCHIN S., F. AND M.E.A. ALVES-AQUILA. **Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq.** *Iheringia*, Ser. Bot., Porto Alegre, v. 60, p. 91-98, 2005.

MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T.; ROSA, D. M.; PICCOLO, G.; MARQUES, D. S.; CORSATO, J. M.; LESZCZYNSKI, R. **Alelopatia de *Leucena* sobre soja e plantas invasoras.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 55-62, 2009.

MELECCHI, M. I. S. **Caracterização química de extratos de *Hibiscus tiliaceus* L.: estudo comparativo de método de extração.** Tese (Doutor em Química)- Pós-Graduação em Química da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS, 2005.

MILLER, D. A. **Allelopathy in forage crop systems.** *Agron J*, v. 88, p. 854-859, 1996.

MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie.** Jena: Fischer. 1937.

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

MULLER, C. H.; **Allelopathy as a fator in ecological processes.** *Vegetation*, v.18, p.348-357, 1969.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos Cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos.** Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 1999.

OLIVO, C. J.; CARVALHO, N. M.; SILVA, J. H. S.; VOGEL, F. F.; MASSARIOL, P.; MEINERZ, G.; AGNOLIN, C.; MOREL, A. F.; VIAU, L. V. **Óleo de citronela no controle do carrapato de bovinos.** *Ciência Rural*, v.38, n.2, 2008.

PANORAMIO. Acessado em: <http://www.panoramio.com/photo/16004496>. Acessado em: 09/10/2013.

PARACAMPO, N. E. N. P.; MULLER, A. H.; ALVES, S. de M.; SOUZA FILHO, A. P. da S.; GUILHON, G. M. S. P.; ARRUDA, M.S.P.; SANTOS, L. da S.; ARRUDA, A. C. **Atividade fitotóxica e fungitóxica de extratos de *Vouacapoua cf americana* Aublet (leg.-caesalp.), essência florestal nativa da amazônia.** *Rev. ciênc. agrár.*, n. 52, p.9-22, 2009.

PERES, M. T. L. P.; SILVA, L. B.; FACCENDA, O.; HESS, S. C. **Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta).** *Acta botânica brasílica*, v.18, n. 4, p. 723-730, 2004.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. **Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes**. J. Biotec. Biodivers. v. 3, p. 146-152, 2012.

PERIOTTO, F; PEREZ, S. C. J. G. DE A., LIMA, M. I. S. **Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L.** Acta Botânica Brasílica, v.18, n.3, p.425-431, 2004.

PESSANHA, A. C.; SANTOS, L. M. FREITAS, S. P.; HUZIWARA, E. **Efeito alelopático de extrato de *Schinus Terebinthifolius* L. em *brachiaria decumbens***. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, -Ribeirão Preto, julho, 2010.

PINA, G. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso foliar de *Eugenia dysenterica* DC, (Myrtaceae – cagaita) na germinação e morfo-anatomia de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae – gergelim) e *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae – rabanete)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília- UnB, Brasília, 2008.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia In: JUNIOR, R. S. O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de plantas daninhas**. Ed. Omnipax, Curitiba, p. 95-123, 2011.

PUTNAM, A. R.; DUKE, W. B. **Allelopathy in agroecosystems**. Ann Rev, Phytopathol, v. 16, p. 431-451, 1978.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHLORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan, 6. ed. 2001.

REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. & GONZÁLEZ, L. **Ecophysiological approach in allelopathy**. Critical Reviews in Plant Sciences, v. 18, n.5, p. 577-608, 1999.

RIBEIRO, J. P. N.; MATSUMOTO, R. S.; TAKAO, L. K.; VOLTARELLI, V. M.; LIMA, M. I. S. **Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Crinum americanum* L.** Revista Brasileira de Botânica, v.32, p.183-188, 2009.

RICARDO, L. G. P. S. **Estudos etnobotânicos e prospecção fitoquímica de plantas medicinais utilizadas na comunidade do horto, Juazeiro do Norte (CE)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2011.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed., New York, Academic Press, 1984.

RICKLI, H. C.; FORTES, A. M. T.; SILVA, P. S. S.; PILATTI, D. M.; HUTT, D. R. **Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 2, p. 473-484, 2011.

ROSA, J. M.; MEA, L.G. W. D.; AGOSTINETTO, L.; BOFF, M. I. C. **Efeito alelopático de *Salix* spp. sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Raphanus sativus* L.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.12, n. 3, p.255-263, 2013.

ROSADO, L. D. S.; RODRIGUES, H. C. A.; PINTO, J. E. B. P.; CUSTÓDIO, T. N.; PINTO, L. B. B.; BERTOLUCCI, S. K. V. **Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjerição “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa.** Revista Brasileira de Plantas. Mediciniais, Botucatu, v.11, p.422-428, 2009.

SANTIAGO, S. A.; SILVA, A. A. O.; RODRIGUES, E.; ANTONIAZZI, N.; BACH, E. E. **Efeito alelopático do extrato de *Impatiens walleriana* sobre sementes de cevada.** Revista Conscientiae Saúde, UNINOVE, v.1, p. 17-20, 2004.

SANTORE, T. **Atividade alelopática de extratos de plantas medicinais sobre a germinação de corda-de-viola (*Ipomoea nil* (L.) Roth.).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Biotecnologia)- Curso Superior De Tecnologia Em Biotecnologia, Universidade Federal do Paraná, Palotina – PR, 2013.

SANTOS, R. F.; BORSOI, A.; TOMAZZONI, J. L.; VIANA, O. H.; MAGGI, M. F. **Aplicação de nitrogênio na cultura da alface.** Varia Scientia Agrárias, v. 2, p. 69-77, 2011.

SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; CHINI, N.; MARTIN, T. N.; MARCHESE, J. A.; SOARES, A. B. **Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*.** Revista Ciência Rural, v.39, n.6, 2009.

SILVA, A. G.; CARVALHO, R. I. N. de. **Efeito alelopático de extratos de carqueja (*Baccharis trimera*) e confrei (*Symphytum officinale*) em sementes e plântulas de girassol.** Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, v. 7, n.1, p. 23-32, 2009.

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

SILVA, F. A. M. **Seleção de microorganismos com potencial de produção alelopático para o controle de plantas daninhas.** Dissertação (Mestre em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, 2004.

SILVA, F. M.; AQUILA, M. E. A. **Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas.** Revista Árvore, v.30, n.4, p. 547-555, 2006.

SILVA, J. S. **Considerações sobre a ocupação do cerrado na microrregião do sudoeste de goiás: modernização versus degradação.** Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.3, n.1, 2010.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. **Triagem fitoquímica de plantas de cerrado, da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão.** Scientia Plena, v. 6, 2010.

SILVA, W. **O teste de Tukey no software R: uma nova abordagem via linguagem C++**. Monografia (Bacharel em Ciências da Computação) apresentada ao Departamento de Ciências da Computação, Universidade Federal de Lavras-UFLA, 2003.

SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R.; **Inibição da germinação do crescimento radicular de alface (CV. "Grandrapids") por extrato aquoso de cinco espécies de Gleicheniaceae**. Revista Floresta e Ambiente, v. 7, p.180-197, 2000.

SOUZA, S. A. M.; CATTELAN, L. V.; VARGAS, D. P.; PIANA, C. F. B.; BOBROWSKI, V. L.; ROCHA, B. H. G. **Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do rio grande do sul sobre a germinação de sementes de alface**. Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde, v.11, n.3/4, p.29-38, 2005.

SOUZA FILHO, A.P.S. **Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas**. Revista Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. S.; DUARTE, M. L. R. **Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani***. Planta Daninha, Viçosa, v.25, n.1, p.227-230, 2007.

SOUZA, E. R. B.; ALMEIDA, K. S.; CAMILO, Y. M. V.; MARRA, G. E. R.; SELEGUINI, A.; NAVES, R. V.; CORRÊA, G. C. **Avaliação agrônômica do cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) em Goiás**. VII ENSub, 2010.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. **Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (alface) e *Phaseolus vulgaris* L.(feijão)**. Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC), v. 3, n. 2, 2013.

STEINER, F.; JUNIOR, A. S. P.; ZOZ, T.; GUIMARÃES, V. F.; DRANSKI, J. A. L.; RHEINHEIMER, A. R. **Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.4, p.430-434, 2009.

SZCZEPANSKI, A. J.; **Allelopathy as a means of biological control of water weeds**. Aquatic Bot, v.3, p.193-197, 1977.

TATIBANA, L. T.; SERT, M. A.; SARRAGIOTTO, M. H.; SANTIN, S. M. de O. **Avaliação da ação de extratos alcoólicos de chomelia obtusa na germinação e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. VI Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, 2009.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. **Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum***. Revista Biotemas, v. 23, n.2, p.13-22, jun. 2010.

TUR, C. M.; EMANUELA, G. M.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. **Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface**. Revista brasileira de Biociências, v. 10, n. 4, p. 521-525, 2012.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, G. S.; VESTENA, S. **Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas.** Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 4, p. 1361-1374, 2011.

WANDSCHEER, A. C. D.; BORELLA, J.; BONATTI, L. C.; PASTORINI, L. H. **Atividade alelopática de folhas e pseudofrutos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae).** Acta Botânica Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-30, 2011.