

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

ANA CLÁUDIA MARTINS DA SILVA

**EFEITO ALELOPÁTICO E PERFIL FITOQUÍMICO DOS EXTRATOS AQUOSOS E
HIDROALCOÓLICOS DE 4 ESPÉCIES DE CYPERACEAE**

Rio Largo - AL

2018

ANA CLÁUDIA MARTINS DA SILVA

**EFEITO ALELOPÁTICO E PERFIL FITOQUÍMICO DOS EXTRATOS AQUOSOS
E HIDROALCOÓLICOS DE 4 ESPÉCIES DE CYPERACEAE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula do Nascimento Prata

Coorientador: Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza

Rio Largo - AL

2018

*Não é sobre chegar no topo do mundo
E saber que venceu
É sobre escalar e sentir
Que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo
E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo
Em todas as situações*

Trem-bala (Ana Vilela)

Minha filha Ana Clara!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por tudo o que eu conquistei até agora, por ter iluminado meu caminho durante toda a jornada e não ter me permitido desistir em momento algum, estando comigo em toda minha caminhada.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de cursar a pós-graduação em Proteção de Plantas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A todos os Professores do Programa de Pós-graduação com os quais tive a oportunidade de aprender e amadurecer enquanto profissional durante todo o mestrado.

Aos professores Dr Lauricio Endres, Dr João Correia de Araújo Neto, Dr Gildemberg Amorim Leal Júnior e Dr Ticiano Gomes do Nascimento que abriram as portas do laboratório permitindo a execução deste trabalho.

A minha orientadora Dra Ana Paula do Nascimento Prata e co-orientador Dr Renan Cantalice de Souza pelas contribuições para o desenvolvimento do trabalho. Muito Obrigada!

A Secretaria do curso de Pós-Graduação pelo profissionalismo e agilidade na resolução dos assuntos burocráticos, amigos que fiz e se fizeram presentes durante minha caminhada no mestrado, Sr Marcos, Gustavo e Maxuel, o meu muito obrigada.

A Cynthiane Lins de Albuquerque Paulino, pessoa admirável com quem pude compartilhar momentos de tensão durante o desenvolvimento do trabalho, que me fez acreditar que eu conseguiria chegar até o fim, me incentivando sempre, o meu muito obrigada, sem você tudo teria sido mais difícil.

A Ellen Rebecca Lopes de Oliveira, não tenho palavras pra agradecer essa minha pequena grande amiga, que Deus colocou no meu caminho no momento certo e que caminhará comigo eternamente apesar da distância que possa um dia ser um empecilho para aquele forte abraço. Sem você também teria sido difícil.

A Geórgia de Souza Peixinho, ímpar na minha vida, tornou minha caminhada mais leve com seu companheirismo, dedicação, amizade, me fazendo acreditar que seria possível, difícil mas não impossível! Obrigada de coração você não tem ideia do valor de cada palavra pronunciada.

A Isabel Vitória Gonzaga de Oliveira, “minha filhinha”, sempre disposta durante nossos momentos de cansaço, alegrias, tristeza quando algo não saía como esperávamos. Muito obrigada Bel.

A recém Dra Juliana Campana Pereira, com quem pude contar nos momentos de dúvidas, aprendi muito com você. Muito obrigada.

A Isabella Pereira Cardoso da Silva, técnica do laboratório de Fisiologia Vegetal, atenciosa e dedicada.

Ao pessoal do Herbário MAC pela atenção que me deram na preparação do voucher, em especial Curadora Rosângela Lyra Lemos, por ter me dado tanta força no momento que tanto precisei, me encorajando a não desistir e os amigos que lá fiz Erlande, Inalda, Jarina, Gabriela, Selma, Sr Palmeira, Mauricio e Victor.

Em especial Valquiria Silva, Luis Jatobá, Ceicilânia, Erivânia Virtuoso, Alcielly, Enia, Elisson Teixeira, Fiana Vieira, Elenilton Lessa, Miriam Medeiros, Auridete, Valnia, Wandemberg, Raiza Rocha, Reinaldo, Paulo, Wellington, pelos momentos de descontração que vivenciei ao longo desses dois anos.

Ao doutorando Lennon Kledson, por me ajudar com toda a parte estatística, também aprendi com você. Obrigada.

Aos meus familiares por todo apoio durante minha caminhada no mestrado, em especial minha tia mãe Edinete, com a qual pude contar infinitamente na reta final do mestrado, ajudando a cuidar do meu pai enquanto eu escrevia e a minha prima Rosângela Alvim que não me desamparou em momento algum. Muito obrigada!

A minha linda filha amada Ana Clara Martins Monteiro, minha Clarinha, por tanto amor dedicado, por ser a filha que eu pedi a Deus, meu maior presente de toda a minha vida. Minha filha essa conquista é nossa, por tantos momentos que passei ausente e mesmo assim ao chegar em casa me receber com um forte abraço e a frase mais linda que eu escuto todos os dias “mamãe eu te amo demais”. Mamãe te ama incondicionalmente minha filha!

A minha amiga irmã Lidiane Cristina, por todo carinho, companheirismo e por me dar um presente maravilhoso que é minha afilhada Lavinia “Lalá”.

A todos aqueles que contribuíram para a execução deste trabalho, meu muito obrigada.

RESUMO

Alelopatia pode ser definida como o efeito maléfico ou benéfico que uma planta exerce sobre a outra por meio da liberação de compostos químicos no meio ambiente. Essas substâncias são liberadas de diversas formas, sendo que fatores ambientais como a temperatura e condições hídricas, por exemplo, influenciam nesse processo de liberação visando atrair, repelir, nutrir ou promover toxicidade no desenvolvimento de outras plantas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar o efeito alelopático dos extratos aquosos e identificar os compostos através dos extratos hidroalcoólicos de Cyperaceae parte aérea (PA) e parte subterrânea (PS). O potencial alelopático foi avaliado a partir dos bioensaios de germinação utilizando duas espécies receptoras *Lactuca sativa* L. (alface) e *Emilia fosbergii* Nicolson (emília) e sete concentrações dos extratos (0, 0,94, 1,87, 3,75, 7,5, 15 e 30%). Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da parte subterrânea (CPS). Os dados obtidos foram submetidos ao teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Além disso, foram também realizadas análises fitoquímicas para a identificação dos metabólitos secundários nos extratos através do screening fitoquímico que possibilita uma identificação rápida dos constituintes e pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). Também foram realizados testes para a estimativa do teor de flavonoides totais pela complexação com $AlCl_3$. Os extratos da parte aérea (PA) de todas as espécies doadoras foram os que obtiveram os melhores resultados comparados aos extratos da parte subterrânea (PS) nos bioensaios com as espécies receptoras (alface e emília) confirmando interferência alelopática nas variáveis analisadas. A espécie que apresentou melhor resultado foi *Cyperus distans* e *Cyperus rotundus* na concentração de 15% do extrato aquoso da parte aérea (PA). Em relação ao perfil fitoquímico, foram detectados ácidos fenólicos (ácido clorogênico, ácido gálico), flavonoides (apigenina, acacetina, crisina, luteolina, rutina), alcaloides e triterpenoides.

Palavras-chaves: Aleloquímicos. Extratos vegetais. Plantas daninhas.

ABSTRACT

Allelopathy can be defined as the harmful or beneficial effect that a plant exerts on the other by means of the release of chemical compounds in the environment. These substances are released in various ways, and environmental factors such as temperature and water conditions, for example, influence this release process to attract, repel, nourish or promote toxicity in the development of other plants. This work was carried out with the objective of investigating the allelopathic effect of aqueous and hydroalcoholic extracts of Cyperaceae and its phytochemical profile. The allelopathic potential was evaluated from the germination bioassays using two recipient species (*Lactuca sativa* and *Emilia fosbergii*) and seven extracts concentrations (0%, 0.9375%, 1.875%, 3.75%, 7.5%, 15% and 30 %). The parameters evaluated were: germination percentage (PG), germination velocity index (IVG), shoot length (CPA) and underground length (CPS). The data were submitted to the F test and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. Phytochemical analyzes were also carried out to identify the secondary metabolites in the extracts through the phytochemical screening that allows a rapid identification of the constituents and the High Efficiency Liquid Chromatography (HPLC) technique. Tests were also carried out to estimate the total flavonoid content by complexing with AlCl₃. Phenolic acids (chlorogenic acid, gallic acid), flavonoids (apigenin, acacetin, chrysin, luteolin, rutin), alkaloids and triterpenoids were detected in the extracts of Cyperaceae. The extracts of the aerial part (PA) of all the donor species were the ones that obtained better results compared to the extracts of the subterranean part (PS) in the bioassays with the recipient species (lettuce and emilia) confirming allelopathic interference in the analyzed variables. The species that presented the best result was *Cyperus distans* and *Cyperus rotundus* in the concentration of 15% of the aerial part of the aerial part (PA).

Keywords: Allelochemicals. Plant extracts. Weeds.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Formas de liberação dos aleloquímicos25
- Figura 2.** Etapas do processo de coleta até a obtenção do pó: A – Coleta da espécie doadora; B – Separação das partes aéreas e subterrâneas; C – Material sendo triturado em moinho de facas; D – Armazenamento do pó obtido32
- Figura 3.** Etapas da preparação do extrato aquoso: A – Pesagem de 30 g do pó; B – Preparo da solução estoque adicionando 100 mL de água destilada; C – Primeira centrifugação em tubos falcons; D – Segunda centrifugação em eppendorfs; E – Filtragem em papel filtro para a retirada completa de impurezas; F – Extrato aquoso em diferentes concentrações33
- Figura 4.** Etapas da preparação do extrato hidroalcoólico: A – Material desidratado das espécies doadoras; B – Extração por maceração em banho maria no ultrassom; C – Material sendo filtrado após a extração; D – Evaporação do solvente no rotaevaporador; D – Extrato bruto armazenado35
- Figura 5.** Colorações resultantes da análise fitoquímica para as espécies de Cyperaceae: A - *Cyperus distans* L.; B – *Cyperus laxus* Lam.; C – *Cyperus rotundus* L.; D – *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl (1 - catequina, 2 - flavanona, 3 - alcalóide, 4 - terpeno)41
- Figura 6.** Teor de flavonoides totais da parte aérea e subterrânea de Cyperaceae45
- Figura 7A.** Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus distans* L. (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; 7B – Alcaloides identificados na mesma amostra48
- Figura 8A.** Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus laxus* Lam. (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; 8B – Alcaloides identificados na mesma amostra49
- Figura 9A.** Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus rotundus* L. (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; 9B – Alcaloides identificados na mesma amostra51
- Figura 10A.** Flavonoides identificados no cromatograma de *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; 10B – Alcaloides identificados na mesma amostra52
- Figura 11.** Porcentagem de germinação (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em

função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus distans</i> L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	57
Figura 12. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus laxus</i> Lam. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	59
Figura 13. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus rotundus</i> L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	60
Figura 14. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	62
Figura 15. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus distans</i> L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	63
Figura 16. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus laxus</i> Lam. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	64
Figura 17. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Cyperus rotundus</i> L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	65
Figura 18. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30)	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies estudadas no presente trabalho com seus respectivos locais de coleta e número de registro no referido Herbário	31
Tabela 2. Screening fitoquímico das espécies de Cyperaceae estudadas: A – <i>Cyperus rotundus</i> L. P.A. (50% ácido); B – <i>Cyperus laxus</i> Lam. P.A. (50% ácido); C – <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl P.A. (50% ácido); D – <i>Cyperus distans</i> L. P.A. (50% ácido); E - <i>Cyperus rotundus</i> L. P.S. (70% ácido); F – <i>Cyperu laxus</i> Lam. P.S. (70% ácido); G – <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl P.S. (70% ácido); H – <i>Cyperus distans</i> L. P.S. (70% ácido)	42
Tabela 3. Identificação dos compostos químicos fenólicos usando cromatograma dos padrões analíticos nos comprimentos de ondas	46
Tabela 4. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes em <i>Cyperus distans</i> L. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm	47
Tabela 5. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes na <i>Cyperus laxus</i> Lam. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm	49
Tabela 6. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes na <i>Cyperus rotundus</i> L. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm	50
Tabela 7. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes na <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Família Cyperaceae Juss	18
2.2	Alelopatia: histórico e conceitos	19
2.3	Produção de aleloquímicos	20
2.3.1	Compostos fenólicos	21
2.3.2	Terpenos	23
2.3.3	Alcaloides	24
2.4	Mecanismos de ação dos aleloquímicos	24
2.5	Utilização de extratos na Alelopatia	26
2.6	Alelopatia em <i>Cyperus rotundus</i> L	29
3.	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Coleta do material botânico	31
3.2	Preparo dos extratos	33
3.2.1	Extrato aquoso	33
3.2.2	Extrato hidroalcoólico	34
3.3	Variáveis analisadas	35
3.3.1	Germinação	35
3.3.2	Índice de velocidade de germinação (IVG)	36
3.3.3	Comprimento de plântulas	36
3.4	Prospecção fitoquímica (Screening)	37
3.4.1	Testes para fenóis, taninos pirogálicos e taninos flobafênicos	37
3.4.2	Teste para antocianina e antocianidina, flavonas, flavonois e xantonas, chalconas e auronas, flavononois	37
3.4.3	Teste para leucoantonocianidinas, catequinas e flavanonas	38
3.4.4	Testes para flavonois, flavanonas, flavanonóis e xantonas	38
3.4.5	Teste para esteroides e triterpenoides	38
3.4.6	Teste para saponinas	38
3.5	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)	39
3.6	Estimativa do teor de flavonoides totais pela complexação com AlCl₃	39
3.7	Delineamento estatístico e tratamento estatístico	39

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Prospecção Fitoquímica (Screening)	40
4.2	Determinação de flavonoides totais	45
4.3	Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)	46
4.4	Avaliação da atividade alelopática	56
5	CONCLUSÕES	68
6	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICES	89
	Apêndice A - Cromatograma e espectro UV-DAD do ácido gálico	90
	Apêndice B - Cromatograma e espectro UV-DAD do ácido clorogênico	91
	Apêndice C - Cromatograma e espectro UV-DAD da luteolina	92
	Apêndice D - Cromatograma e espectro UV-DAD da apigenina	93
	Apêndice E - Cromatograma e espectro UV-DAD da crisina	94
	Apêndice F - Cromatograma e espectro UV-DAD da acetina	95
	Apêndice G - Cromatograma e espectro UV-DAD da rutina	96

1 INTRODUÇÃO

O termo Alelopatia foi criado por Hans Molisch em 1937, oriundo da união das palavras *allélon* (mútuo) e *pathos* (prejuízo) (RICE, 1984; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; SILVA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; SILVA, 2012). Pode ser definido como um processo onde ocorre uma interferência positiva ou negativa de compostos provenientes do metabolismo secundário produzidos pelas plantas (CARVALHO, 2009; ROSADO et al., 2009; GAZIRI; OLIVEIRA et al., 2012; SILVA, 2012; CREMONEZ et al., 2013; SALGADO et al., 2013).

De acordo com Ferreira (2012), as plantas produzem tanto substâncias primárias que são importantes para a realização das suas funções vitais, como também substâncias com funções nem sempre bem definidas, mas nem por isso de menor importância, que nesse caso são conhecidas como metabólitos secundários.

O conceito de metabolismo secundário em biologia foi descrito desde 1891 por Kossel que foi o primeiro autor a definir os metabólitos secundários como opostos aos metabólitos primários (FUMAGALI et al., 2008). Segundo Pereira e Cardoso (2012) no passado esses metabolismos foram considerados produtos de excreção do vegetal, sendo atualmente definidos como o conjunto total das transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que ocorre nas células vivas, suprimindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado.

Os compostos oriundos do metabolismo secundário são produzidos em diferentes órgãos das plantas como raízes, folhas, flores e frutos (SARTOR et al., 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; OLIVEIRA et al., 2012) e liberados no ambiente através de processos como a exsudação radicular, lixiviação das folhas, volatilização de compostos e decomposição de resíduos (RODRIGUES; PASSINI; FERREIRA, 1999; GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008; SARTOR et al., 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; SILVA et al., 2011; KUNZ et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; SILVA, 2012; SALGADO et al., 2013). Entre os compostos destacamos os alcaloides, os fenóis, os terpenos e outros (SARTOR et al., 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; SILVA, 2012).

Estes compostos ocasionam o impedimento na germinação e no desenvolvimento de plantas relativamente próximas (HRUSKA; DIRR; POKORNY, 1982; CHON, 2004; ROSADO et al., 2009; SARTOR et al., 2009; KUNZ et al., 2012; CREMONEZ et al., 2013; SALGADO et al., 2013;) e aumentam a probabilidade de sobrevivência de uma espécie, pois são responsáveis por diversas atividades biológicas, podendo atuar como antibióticos,

antifúngicos e antivirais para proteger as plantas dos patógenos, e também apresentando atividades antigerminativas ou tóxicas para outras plantas, as fitoalexinas (FUMAGALI et al., 2008).

Além disso, atuam influenciando na sucessão vegetal primária e secundária, na estrutura e composição de comunidades vegetais, na dinâmica entre diferentes formações e na dominância de certas espécies vegetais, afetando na biodiversidade local e na agricultura (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008; OLIVEIRA et al., 2012a).

Destaca-se na literatura alguns trabalhos realizados com algumas famílias botânicas que apresentam potencial alelopático Asteraceae (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008), Bignoniaceae (CANSIAN et al., 2013), Brassicaceae (SILVA et al., 2011), Euphorbiaceae (LEMOS et al., 2009), Fabaceae (PEREIRA; SBRISSIA; SERRAT, 2008), Lamiaceae (ROSADO et al., 2009), Meliaceae (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2012), Myrtaceae (GIOTTO; OLIVEIRA; SILVA, 2007), Passifloraceae (NICOLINI; BIDO; ZONETTI, 2012), Rhamnaceae (OLIVEIRA et al., 2009), Solanaceae (OLIVEIRA et al., 2012a), Turneraceae (DINIZ; SILVA; SILVA, 2011), Verbenaceae (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010) entre outras, incluindo Cyperaceae Juss. uma família de ervas cosmopolitas, considerada a terceira mais representativa entre as monocotiledôneas, com cerca de 5000 espécies (RIBEIRO et al., 2014), distribuídas em 102 gêneros, 14 tribos e duas subfamílias.

A Família Cyperaceae possui grande destaque pela presença intensiva em muitas regiões e pelo grande número de espécies. Apresentam plantas daninhas invasoras de culturas de importância econômica concentrada principalmente nos gêneros *Cyperus* L., *Carex* L., *Eleocharis* R.Br., *Scirpus* Juss. e *Rhynchospora* Vahl (OLIVEIRA, 1980). No Brasil, está muito bem representada por cerca de 500 a 700 espécies (PRATA, 2002), distribuídas em 40 a 44 gêneros (SOUZA; CONCEIÇÃO, 2009). Os gêneros mais abundantes em número de espécies no Brasil são *Rhynchospora* Vahl, *Cyperus* L., *Scleria* Bergius e *Eleocharis* R.Br (ALVES et al., 2009).

Dos poucos trabalhos sobre alelopatia desenvolvidos com a família Cyperaceae destaca-se o fato de todos terem sido realizados com *Cyperus rotundus* L., (LAYNEZ-GARSABALL; MÉNDEZ-NATERA, 2007; AMSTALDEN et al., 2008; GAZIRI; CARVALHO, 2009; LANDO; DORIGON, 2012; ZANUNCIO et al., 2013; REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013; COELHO et al., 2014; BATISTA; BOTREL;

FIGUEIREDO, 2015; SILVA et al., 2016), nos levando a questionar se outras espécies do gênero *Cyperus* e/ou outros gêneros desta família também poderiam possuir alelopatia.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar o efeito alelopático dos extratos aquosos e identificar os compostos através dos extratos hidroalcoólicos de Cyperaceae utilizando parte aérea (PA) e parte subterrânea (PS).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Cyperaceae Juss.

Cyperaceae Juss. é uma rica família de ervas com 104 gêneros e cerca de 5000 espécies de distribuição quase cosmopolita e a terceira mais representativa entre as monocotiledôneas (MUASYA et al., 2009; HEFLER; LONGHI-WAGNER, 2012). Aproximadamente 35% dos gêneros de Cyperaceae são monotípicos, 26% possuem entre 2 a 5 espécies e apenas 6% apresentam mais de 200 espécies na sua composição (MUASYA et al., 2009).

A família ocorre em diferentes habitats, preferencialmente em solos pouco drenados como brejos, pântanos, margem de rios e charcos (ALVES et al., 2009).

No Brasil ocorrem cerca de 670 espécies e 39 gêneros, distribuídos em todas as regiões do país (GONÇALVES et al., 2013).

A família foi previamente dividida em quatro subfamílias: Cyperoideae, Scirpoideae, Caricoideae e Mapanioideae, sendo esta última a mais basal, no qual inclui 13 gêneros, sendo *Mapania* (73 spp.) e *Hypolytrum* (40 spp.) os que apresentam maior riqueza de espécies. Os demais gêneros estão incluídos em Cyperoideae, destacando-se *Carex* (1757 spp.), *Cyperus* (686 spp.), *Fimbristylis* (300 spp.), *Rhynchospora* (250 spp.), *Bulbostylis* (150 spp.), *Eleocharis* (200 spp.) e *Scleria* (200 spp.), que são os gêneros com o maior número de espécies na subfamília (MUASYA et al., 2008).

Os representantes desta família são ervas anuais ou perenes, terrestres, raramente aquáticas ou escandentes. As espécies anuais são geralmente cespitosas e as perenes frequentemente apresentam rizomas, estolões, bulbos ou subbulbos. O escapo é geralmente trigono, cilíndrico ou menos frequentemente quadrangular ou pentangular, às vezes com costelas proeminentes. As folhas são trísticas, basais ou caulinares, geralmente com bainha fechada; as lâminas são em geral lineares, glabras, escabras, pilosas, híspidas, com nervura

central proeminente; lígula frequentemente ausente (exceto em *Scleria*, *Fimbristylis* e *Fuirena*), contralígula presente ou ausente. Brácteas involucrais frequentemente presentes, foliáceas ou glumáceas. Inflorescência simples ou composta, geralmente ramificadas, paniculadas ou anteloides, capitadas ou reduzida a uma única espiguetas. Espiguetas variando de única a várias, terminal, lateral, formada por 1-várias glumas disticamente arranjadas ou mais frequentemente espiralmente arranjadas. Glumas dísticas, espiraladas, formato e indumento variados; flores unissexuadas, bissexuadas ou de ambos os tipos; perigônio quando presente reduzido a cerdas perigonais, peças glumáceas ou hipogínio. Estames 1-3. Aquênio lenticular, biconvexo, trígono ou globoso com formatos variados e superfície diversificada; estilopódio presente ou ausente, quando presente persistente ou decíduo (PRATA et al., 2013).

De acordo com Simpson; Inglis (2001) mais de 500 espécies incluídas em 45 gêneros, distribuídas nos cinco continentes, naturais ou introduzidas, são importantes economicamente e algumas delas constituem a base econômica de localidades onde são nativas.

Além do exposto, esta família também inclui muitas espécies consideradas invasoras de culturas, utilizadas como ornamentais, na fabricação de perfumes ou mesmo de bebidas (HEFLER; LONGHI-WAGNER, 2012). Em se tratando do uso medicinal, espécies de Cyperaceae podem ser empregadas para dor de coluna, doenças associadas ao aparelho respiratório e circulatório, regulação da menstruação, dor de cabeça, diurética, anti-inflamatória, doenças dos rins, etc. (PINTO; AMOROZO; FURLAN, 2006; MONTELES; PINHEIRO, 2007; OLIVEIRA et al., 2009; BORGES; BAUTISTA, 2010; LUCENA et al., 2012; JEBASINGH et al., 2013; ROQUE; LOIOLA, 2013; SIVAPALAN, 2013). Destaca-se, porém, que atualmente este conhecimento é restrito para alguns gêneros e espécies (Ex. *Cyperus articulatus* L., *C. esculentus* L., *C. uncinulatus* Schrad. Ex Nees, *C. rotundus* L., *Fimbristylis vahlii* (Lam.) Link e *Rhynchospora nervosa* Boeck).

2.2 Alelopatia: histórico e conceitos

Desde a antiguidade, sabe-se que determinadas espécies vegetais, quando em uma mesma área, interferem no desenvolvimento das outras. Durante muito tempo esse fato foi considerado como um fenômeno inexplicável (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2003; SILVA, 2012).

De acordo com Almeida (1985) já no século V a.C., Demócrito se referia à ação inibitória da vegetação provocada por algumas plantas. Medeiros e Lucchesi (1993) relataram

que os primeiros registros sobre a capacidade, que certas espécies de plantas possuem, de interferir na fisiologia de plantas de outras espécies, foram feitos por Theophrastus (300 A.C.), Plínio (1 D.C.) e De Candolle em 1832.

O registro de Theophrastus (300 a.C.) se deu ao descrever efeitos inibitórios do grão-de-bico sobre outras plantas por exaustão do solo. Plínio (1 D.C.) observou que *Cicer arietinum* L., *Hordenum vulgare* L. e *Vicia ervilha* L. abrasavam a terra e que a sombra da *Juglan regia* L. causava dor de cabeça no homem e danos em qualquer vegetal que fosse plantado a sua volta (SANTOS, 2012).

Os estudos envolvendo alelopatia estavam restritos de início a países da Europa e América do Norte. Entretanto, ao longo dos últimos 70 anos, essa ciência se espalhou pelo mundo, sendo hoje exercida em países da América do Sul, Ásia e Oriente Médio (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010).

Vários conceitos foram propostos para definir alelopatia. O primeiro a utilizar o termo “alelopatia” foi Molisch em 1937 para definir o fenômeno onde uma espécie vegetal (planta doadora) libera substâncias químicas no ambiente e, assim, afeta o crescimento e desenvolvimento de outras plantas (ALVES et al., 2004; GAZIRI; CARVALHO, 2009; DINIZ; SILVA; SILVA, 2011; MAIA et al., 2011; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2012), tendo efeito prejudicial e/ou benéfico entre as plantas através de tais interações bioquímicas, incluindo microrganismos (GAZIRI; CARVALHO, 2009).

Na tentativa de comprovar a ação alelopática de inúmeras espécies vegetais, diversos estudos têm sido realizados dada a importância do fenômeno para os ecossistemas naturais e manejados, sendo que a maioria dos trabalhos envolve espécies de interesse econômico (MEDEIROS; LUCESI, 1993; GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008; PEREIRA; SBRISSIA; SERRAT, 2008; LEMOS et al., 2009; ROSADO et al., 2009; NICOLINI; BIDO; ZONETTI, 2012; OLIVEIRA et al., 2012a; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2012; SALGADO et al., 2013;) entre outros.

2.3 Produção de aleloquímicos

Todas as partes das plantas podem conter compostos alelopáticos, os quais são encontrados nas raízes, rizomas, caules aéreos, folhas, flores, frutos e sementes de diversas espécies. As folhas e as raízes são as fontes mais importantes de aleloquímicos (VIECELLI; PANNO; MOLINA, 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010) assim como a decomposição de resíduos vegetais (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008).

A produção de aleloquímicos pode variar em qualidade e quantidade de espécie para espécie (VIECELLI; PANNO; MOLINA, 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010) e são liberados pelos vegetais no ambiente de diversas formas, sendo que fatores ambientais como temperatura e condições hídricas, por exemplo, influenciam o processo de liberação (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008) visando atrair, repelir, nutrir ou promover toxicidade no desenvolvimento de outras plantas. As interferências promovidas por estas substâncias podem ser tanto negativas quanto positivas (CREMONEZ et al., 2013).

Algumas espécies desenvolvem mecanismos de defesa que se baseiam na síntese de determinados metabólitos secundários (terpenos, compostos fenólicos e alcaloides), estes mencionados na literatura possuidores de atividade alelopática (SARTOR et al., 2009; HAIDA et al., 2010; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; SANTOS, 2012; SILVA, 2012).

2.3.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução dos vegetais (SHAHIDI; NACZK, 1995; ANGELO; JORGE, 2007). São originados do metabolismo secundário das plantas e, além disso, se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004). São também classificados como moléculas que interagem com as espécies radicalares consumidas durante a reação de oxidação incluindo-se nos grupos de antioxidantes naturais e sintéticos (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004). Amplamente distribuídos no reino vegetal, são definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (SHAHIDI; NACZK, 1995; LEE et al., 2005; MALACRIDA; MOTTA, 2005; ANGELO; JORGE, 2007).

Dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos e ligninas (SHAHIDI; NACZK, 1995; LARCHER, 2000; ANGELO; JORGE, 2007). Esses compostos foram classificados em três categorias: pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza (RIBÉREAU-GAYON, 1968).

Os poucos distribuídos na natureza são os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol. Pertencem ainda a esta família os aldeídos derivados dos ácidos benzóicos, que são constituintes dos óleos essenciais, como a vanilina. Os polímeros são alguns fenólicos que não se apresentam na forma livre nos tecidos vegetais, esta família engloba os taninos e as ligninas. Os fenólicos encontrados geralmente em todo reino vegetal são os compostos largamente distribuídos na natureza. Este grupo pode-se dividir em

flavonoides (antocianinas, flavonóis e seus derivados), ácidos fenólicos (ácidos benzóico, cinâmico e seus derivados) e cumarinas (KING; YOUNG, 1999; ANGELO; JORGE, 2007).

O termo flavonóide é um nome coletivo dado aos pigmentos de plantas derivados da benzo-g-pirona. Consistem de um esqueleto de difenil propano (C₆C₃C₆) com dois anéis benzênicos (A e B) ligados a um anel pirano (C) (HAVSTEEN, 2002; BEHLING et al., 2004). São uma classe de compostos fenólicos que diferem entre si pela sua estrutura química e características particulares. Frutas, vegetais, grãos, flores, chá e vinho são exemplos de fontes destes compostos (NIJVELDT et al., 2001; BEHLING et al., 2004). São compostos largamente distribuídos no reino vegetal, encontram-se presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas. Consistem de 15 átomos de carbono, organizados na configuração C₆-C₃-C₆ 22 considerados compostos de baixo peso molecular. A estrutura química dos flavonoides consiste em dois anéis aromáticos, denominados anel A e B, unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico, denominado anel C (ANGELO; JORGE, 2007). Muitos fatores podem influenciar o conteúdo de metabolitos secundários (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Além disso, ocorrem com frequência como glicosídeos, podendo ocorrer também como agliconas, glicosídeos ou como parte de outras estruturas que contenham flavonoides, como as flavolignanas. Eles podem ser subdivididos em 13 classes, com mais de 5000 compostos descritos até 1990. As subclasses dos flavonoides são: chalconas, dihidrocalconas, auronas, flavonas (apegenina, luteolina, diosmetina), flavonóis (quercetina, miracetina, kaempferol), dihidroflavonol, flavanonas (naringina, hesperidina), flavanol, flavandioliol, antocianidina, isoflavonoides (genisteína, daidzeína), bioflavonoides e proantocianinas (BRAVO, 1998; BEHLING et al., 2004). Flavonoides que se encontram largamente distribuídos na natureza, as antocianidinas, são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982; VINSON et al., 1999; MALACRIDA; MOTTA, 2005).

Devido à suas propriedades sequestrantes de radicais livres e por quelar íons metálicos os flavonoides são antioxidantes efetivos (KANDASWAMI; MIDDLETON, 1994; BEHLING et al., 2004) protegendo assim os tecidos dos radicais livres e da peroxidação lipídica. A propriedade antioxidante é direcionada sobre o radical hidroxil (OH) e o ânion superóxido (O₂⁻), que são espécies altamente reativas envolvidas na iniciação da peroxidação

lipídica. Além destes efeitos importantes, os flavonoides podem afetar alguns processos do metabolismo intermediário devido as suas propriedades estabilizadoras de membrana (GALATI et al., 2002; BEHLING et al., 2004)

2.3.2 Terpenos

Os terpenos são produtos naturais cuja estrutura pode ser dividida em unidades de isopreno. As unidades de isoprenos originam-se biogeneticamente do acetato por via do ácido mevalônico e têm cadeias ramificadas, com cinco unidades de carbono que contem duas ligações duplas. Os terpenos são classificados de acordo com a quantidade de unidades de isoprenos que possuem (ROBBERS; SPEEDIE; TYLER, 1996). De acordo com os mesmos autores, o número de diferentes terpenóides isolados de fontes naturais é de aproximadamente vinte mil, muito superior ao de qualquer outro grupo de produtos naturais. Dentre os terpenos, os sesquiterpenos têm a mais ampla distribuição na natureza.

Esses compostos e seus derivados, de uma forma geral, são majoritários dos óleos essenciais. Para evitar injúrias promovidas por agentes externos, tais substâncias constituem-se como um extenso grupo de moléculas orgânicas produzidas como metabólitos secundários principalmente em plantas (VIEGAS JÚNIOR, 2003; CORREIA et al., 2008; FELIPE; BICAS, 2017). Dessa forma, os terpenos apresentam reconhecida atividade antimicrobiana (DE MARTINO et al., 2014; LUTFI; ROQUE, 2014). Além das plantas, esses compostos também podem ser produzidos por animais e micro-organismos, como fungos e bactérias (DVORA; KOFFAS, 2013). Os óleos essenciais são empregados e explorados há cerca de 3.500 anos pela humanidade (SCOTT, 2005). Com ampla utilização, principalmente na perfumaria e cosméticos, tais substâncias encontram também significativa aplicabilidade na indústria alimentícia por contribuir no reforço ou na melhora da qualidade sensorial dos alimentos (RAVINDRA; KULKARNI, 2015).

Quimicamente, os terpenos podem ser definidos como “alcenos naturais”, isto é, apresentam uma dupla ligação carbono-carbono sendo caracterizado como um hidrocarboneto insaturado (MC MURRY, 2011). Por outro lado, se um terpeno contém oxigênio, o mesmo é denominado de terpenoide, podendo apresentar diferentes funções químicas, entre as quais: ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos (FELIPE; BICAS, 2017).

2.3.3 Alcaloides

Alcaloides são bases orgânicas nitrogenadas encontradas principalmente em plantas, mas também, em menor extensão, em microorganismos e animais (SILVA, 2009) acumulados por cerca de 20% das espécies vegetais (MEMELINK; SPEEDIE; TYLER, 2001). A sua síntese dá-se, quase exclusivamente, a partir de um grupo restrito de aminoácidos - ornitina, lisina, fenilalanina, tirosina e triptofano. Não eram considerados vitais para o organismo que os produzia. Na verdade, foram mesmo considerados "lixo metabólico" e o fato de se acumularem na planta era relacionado com a falta de um sistema excretor eficiente. A questão da importância vital dos alcaloides coloca-se porque apenas algumas plantas os produzem. Ainda hoje, a função química destes compostos não está totalmente esclarecida, mas pensa-se que estarão, de fato, relacionados com diferentes aspectos de defesa (MORENO et al., 1996).

Com frequência os níveis de alcaloides são encontrados mais elevados nas folhas jovens, com menores defesas mecânicas (WESTEKEMPER et al., 1980; DEUS-NEUMANN; SPEEDIE; TYLER, 1987; FRISCHKNETCHT; BÄTTIG; BAUMANN, 1987). Durante a floração e formação de sementes, uma etapa crucial para a dispersão das plantas os níveis de alcaloides são também particularmente elevados. Espécies espinhosas, que investem na formação de defesas mecânicas acumulam menos alcaloides do que espécies aparentadas sem espinhos (WINK, 1998). Alguns alcaloides também fornecem proteção contra as radiações ultravioleta (MEIJER; VERPOORTE; HOGE, 1993; ELLIS, 1998).

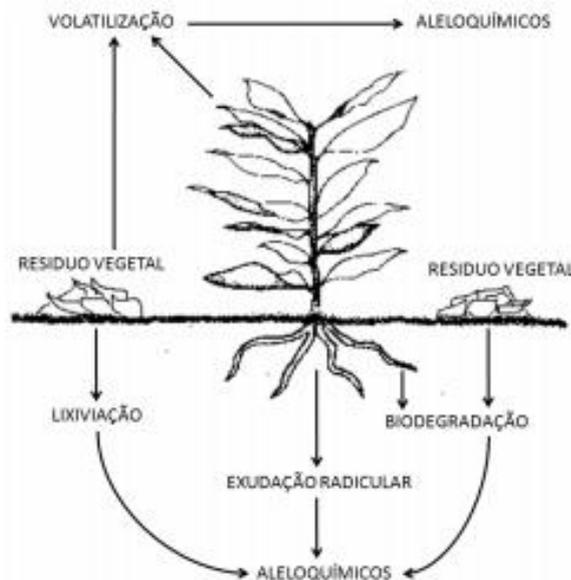
Esses compostos dividem-se em várias classes, nomeadamente: alcaloides com grupo amina em cadeia lateral; alcaloides com núcleo pirrolidina, piridina e piperidina; alcaloides com núcleo tropano; alcaloides com núcleo pirrolizidina; alcaloides com núcleo quinolizidina; alcaloides com núcleo quinoleína; alcaloides com núcleo isoquinoleína; alcaloides com núcleo indólico; alcaloides com núcleo imidazol; alcaloides derivados do metabolismo terpénico; alcaloides das Amaryllidaceae; alcaloides betalaínicos e metilxantinas (CABRAL; PITA, 2015).

2.4 Mecanismos de ação dos aleloquímicos

Os aleloquímicos são liberados da planta produtora até a planta receptora por lixiviação, decomposição e exudação das raízes em resposta a fatores de estresse biótico e abiótico (**Figura 1**) (ANAYA, 1999; GLIESSMAN, 2000; SINGH et al., 2005; GUSMAN;

BITTENCOURT; VESTENA, 2008; VIECELLI; PANNON; MOLINA, 2009; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; KUNZ et al., 2012).

Figura 1. Formas de liberação dos aleloquímicos.



Fonte: Silva, 2014

Os efeitos visíveis, observados em muitos estudos de alelopatia são, portanto, sinais secundários de mudanças ocorridas ao nível molecular e podem apresentar mecanismos de ação diretos, que incluem alterações no crescimento e no metabolismo vegetal (PEDROL; GONZALEZ; REIGOSA, 2006; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010). Esses efeitos incluem atraso ou inibição completa da germinação de sementes, crescimento paralisado, injúria no sistema radicular, clorose, murcha e morte das plantas (SANTOS et al., 2010). Além disso, interferem na dormência de gemas e sementes, influenciam as relações com outras plantas, com microrganismos, insetos e também com animais superiores como o homem (VIECELLI; PANNON; MOLINA, 2009).

No entanto, para que a ação seja eficaz, a liberação deve ser contínua de modo que os efeitos persistam até as culturas subsequentes (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010).

A inibição da germinação das sementes e do crescimento inicial das plântulas é a etapa mais afetada nas interações alelopáticas, sendo o crescimento inicial das plântulas mais sensível que a germinação, pois para cada semente, o fenômeno é discreto, germinando ou não (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2012).

2.5 Utilização de extratos na Alelopatia

Constatou-se na literatura que diversos trabalhos são desenvolvidos com alelopatia e que grande parte desses estudos são desenvolvidos testando-se extratos aquosos em sementes de alface por se tratar de uma semente sensível respondendo bem em diferentes concentrações nos testes de germinação (TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010; MAIA et al., 2011; NICOLINI; BIDO; ZONETTI, 2012; OLIVEIRA et al., 2012a; CANSIAN et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; TEIXEIRA; BONFIM, 2014; ESPINOSA; BIDO; COSTA; 2015; GUSMAN; YAMAGUSHI; VESTENA, 2015; PAULA et al., 2015; FRANÇA et al., 2016; KREMER et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016).

Desta forma, Souza Filho; Rodrigues; Rodrigues (1997) referem-se as sementes como excelentes organismos utilizados em bioensaios, pois, quando são reidratadas elas entram em processo de germinação, onde sofrem rápidas mudanças fisiológicas e tornam-se altamente sensíveis ao estresse ambiental. Desta forma o uso de extratos aquosos de plantas com propriedades alelopáticas torna-se uma das principais formas para testar o efeito inibitório na germinação.

Esses dados são reforçados por Wardle; Nicholson; Ahmed (1992), relatando que estudos demonstram a ação desses extratos de plantas na inibição da germinação de sementes e seu desenvolvimento inicial.

Tur; Borella; Pastorini (2010) investigaram os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas frescas, secas e frutos de *Duranta repens* L. (pingo-de-ouro) na germinação e no crescimento inicial da *Lactuca sativa* L (alface) e de *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate). Foi constatado que os extratos de folhas frescas e secas alteraram a porcentagem e velocidade de germinação do tomate. O índice de velocidade de germinação da alface e tomate também foi afetado pelo uso dos mesmos extratos. Além do exposto, foi comprovado que os extratos também alteram o comprimento da parte aérea e a massa (seca e fresca) da alface e o comprimento radicular da alface e do tomate.

Nicolini; Bido; Zonetti (2012) avaliaram possíveis efeitos alelopáticos do extrato aquoso da folha e do fruto seco de *Passiflora edulis* Sims (maracujazeiro) sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de alface. Estes autores comprovaram que os extratos aquosos tanto da folha quanto do fruto afetaram negativamente o processo germinativo de alface e promoveram a inibição do crescimento da raiz. Ambos os extratos estimularam o crescimento da parte aérea das plântulas.

Com relação ao efeito alelopático do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas frescas de *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) no índice de velocidade de germinação, comprimento de raízes e porcentagem de germinação de *L. sativa* L. (alface), de *L. esculentum* Mill. (tomate), e de *Melissa officinalis* L. (melissa), Rosado et al. (2009) demonstraram através dos resultados obtidos que os extratos aquosos desta espécie apresentaram efeito significativo apenas para o índice de velocidade de germinação das sementes de tomate e para o comprimento de raízes da alface e da melissa, enquanto que o óleo essencial do manjeriço apresentou potencialidades alelopáticas inibitórias em sementes de alface, de tomate e de melissa afetando o índice de velocidade de germinação, o comprimento das raízes e a porcentagem de germinação.

Giotto; Oliveira; Silva (2007) investigaram os possíveis efeitos alelopáticos de folhas dos extratos aquosos de *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC. na germinação e no crescimento de *L. sativa* L. em bioensaios com dois métodos de extração (quente e frio) e constataram a ausência de efeito dos extratos na germinabilidade nos tratamentos (com água fria e quente). No teste de avaliação do crescimento, nota-se que a parte radicular é a mais sensível e que a parte aérea teve influência nos dois tipos de extração. Na extração com água fria, houve redução significativa no crescimento das plântulas ao contrário da extração com água quente que estimulou o crescimento da parte aérea em algumas concentrações. De acordo com os autores, este resultado pode ter sido causado possivelmente por modificações dos aleloquímicos presentes nas folhas durante o aquecimento das mesmas.

Já para a espécie vegetal *Jatropha curcas* L., conhecida popularmente como pinhão manso, Lemos et al. (2009), citaram que o extrato das suas folhas apresentou efeitos inibitórios no desenvolvimento radicular e na germinação das sementes de *L. sativa* L. (alface) nas condições experimentais adotadas.

Haida et al. (2010) com o objetivo de avaliar os efeitos alelopáticos da parte aérea de *Achillea millefolium* L. sobre *L. sativa* L. (alface) utilizando extratos aquosos por infusão e triturado preparados nas concentrações de 50, 40, 30, 20, 10% e 0, usando água destilada como controle, observaram que as menores porcentagens de germinação foram verificadas no extrato infusão de 30 a 50% e que de maneira geral, os extratos aquosos mostraram forte efeito inibidor no desenvolvimento das plântulas de alface.

Cansian et al. (2013) verificaram o potencial alelopático da espécie *Tynanthus micranthus* Corr. Mello ex. Schum. sobre diásporos de *L. sativa* L. (alface). Os resultados demonstraram que a fração clorofórmica do caule inibiu a germinação na concentração de 0,8

mg e a hidroalcoólica remanescente das folhas aumentou a germinação em todas as concentrações analisadas. A fração clorofórmica do caule estimulou o crescimento do hipocótilo em todas as concentrações testadas. Estes resultados sugerem que a espécie possui compostos ativos capazes de interferir em sistemas biológicos.

De acordo com Oliveira et al. (2012a) os extratos aquosos obtidos de sementes, flores e cascas de *Erythrina velutina* Willd. (mulungu) independente da temperatura de extração reduziram a porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface e afetaram o desenvolvimento das plântulas. Os demais extratos não afetaram a germinação, mas causaram o aparecimento de plântulas anormais e mortas. Os extratos aquosos de sementes de mulungu têm potencial alelopático sobre as sementes de alface cultivar Mônica.

Oliveira et al. (2009) avaliaram o potencial alelopático do extrato de frutos de *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro) sobre as sementes de *L. sativa* L. (alface). No presente trabalho os resultados mostraram efeito do extrato dependendo da concentração. As maiores concentrações do extrato (100, 75 e 50%) da polpa dos frutos de *Z. joazeiro* apresentaram efeito alelopático desfavorável sobre a germinação de alface, reduzindo-a em 100, 98,75 e 82,5% respectivamente. O extrato das cascas dos frutos nas concentrações de 75 e 100% reduziu a germinação da alface em 28,75 e 78,75%.

Com o objetivo de avaliar o potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (jurema preta) e de semente de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (marcela) sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface, Oliveira et al. (2014) concluíram que os extratos aquosos de *M. tenuiflora* e *A. satureioides* exerceram efeitos fitotóxicos negativo sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface.

Constatou-se que os extratos de folhas e de frutos de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. obtidos a quente (100°C) reduziram a porcentagem de germinação de *L. sativa* L. (alface) em relação à testemunha (0%). Os extratos dos diferentes órgãos apresentam atividade alelopática inibindo o desenvolvimento de plântulas de alface (OLIVEIRA et al., 2012b).

Teixeira; Bonfim (2014) objetivaram no presente estudo, avaliar a influência na germinação e vigor de sementes de *L. sativa* L. (alface) de macerados e infusões de *M. officinalis* L. (melissa), *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim), *Lavandula angustifolia* Mill. (lavanda) e *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. (capim-cidreira) concluindo que o capim-cidreira apresentou efeito alelopático negativo na germinação de *L. sativa* L. Já em melissa verificou-se ação estimulante com a infusão.

Avaliando o potencial alelopático do extrato aquoso obtido de folhas de *Moringa oleifera* Lam. (moringa) na germinação de sementes e no crescimento inicial de *L. sativa* L. (alface), Souto et al. (2015) concluíram que não houve efeito do extrato aquoso de folhas frescas de moringa sobre as medidas de crescimento, percentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de alface.

De acordo com Silva et al. (2014) testando a influência do extrato aquoso bruto (EBA) nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 % de caule, folha e fruto de *Caryocar coriaceum* (piqui) a espécie doadora evidenciou potencial alelopático no desenvolvimento de *L. sativa* L. (alface) que variou de acordo com a fonte do extrato. Sendo as folhas e o caule as principais fontes de substâncias solúveis em água com potencial alelopático.

Com o objetivo de avaliar o potencial de atividade alelopática do chá de boldo-do-chile (*Peumus boldus* Molina) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de sementes de *L. sativa* L. (alface) e *Cucumis sativus* L. (pepino) Toledo et al. (2016) concluíram que o chá de boldo-do-chile apresentou atividade alelopática sobre as sementes de alface e pepino, demonstrando a presença de moléculas bioativas que servem de subsídio para novos estudos.

2.6 Alelopátia em *Cyperus rotundus* L.

De acordo com a literatura consultada o conhecimento que se tem sobre alelopátia com a família Cyperaceae está restrito a *Cyperus rotundus* L (BARROSO et al., 2010; GUSMAN; YAMAGUSHI; VESTENA, 2011; LANDO; DORIGON, 2012; REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013; BATISTA; BOTREL; FIGUEIREDO, 2015; SILVA et al., 2016).

Dessa forma, através da avaliação do efeito de extratos vegetais de *C. rotundus* L. (tiririca) e *Bidens pilosa* L. (picão-preto) na germinação e no crescimento inicial do feijoeiro, Coelho et al. (2014) constataram que o extrato aquoso de tiririca apresenta efeito sobre o número de folhas do feijoeiro ao 35º dia, enquanto o extrato aquoso do picão-preto afeta negativamente a sua germinação e crescimento inicial.

Com o objetivo de verificar o efeito do extrato de *C. rotundus* L. na promoção do enraizamento de estacas lenhosas de amoreira-preta, Silva et al. (2016) verificaram que após 30 dias, não houve diferença significativa na quantidade de folhas entre os tratamentos. Somente o extrato a 50% apresentou diferença em relação ao comprimento da raiz, quando comparado à testemunha. Todas as concentrações avaliadas apresentaram uma redução de 50% no número de calos.

Layne-Garsaball; Méndez-Natera (2007) com o objetivo de determinar os efeitos de extratos aquosos de folhagem de *C. rotundus* L. na germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Zea mays* L. (milho) foi constatado que a proporção entre a altura da muda / comprimento da radícula não apresentou diferenças significativas nas fontes de variação.

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *C. rotundus* L. na estaquia caular de *Duranta repens* L., espécie considerada de fácil enraizamento, comparando sua ação à de auxinas sintéticas, Rezende et al. (2013) constataram que a aplicação dos extratos de folhas e de tubérculos de *C. rotundus* não apresentou diferença entre os resultados obtidos com a aplicação de ANA e AIB, os quais, por sua vez, também não influenciaram o enraizamento de estacas de *D. repens* em nenhuma das épocas avaliadas.

Batista et al. (2015) com o objetivo de avaliar diferentes concentrações do extrato de tubérculos de tiririca (0,0; 25,0; 50,0 e 100,0%) e do Bioestimulante Radifarm® (0,0 e 2,5 mL) verificaram diferença significativa nos tratamentos com extrato de *C. rotundus* L. (tiririca) apenas para a variável biomassa seca da parte aérea, observando-se uma relação dose-dependente. O Bioestimulante Radifarm® proporcionou maior número de nós em estacas herbáceas de *Hyptis marruboides* Epling (hortelã-do-campo), (6,24) e teor de clorofila a (189,4). Em relação à biomassa seca de raiz, o bioestimulante promoveu um acúmulo médio de 24,4 mg.

Avaliando a emissão de brotos em germinação de *Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride, com a utilização de extratos de *C. rotundus* L. e *Saintpaulia ionantha* Wendl. para uso em miniestaquia, Lando e Dorigon (2012) mostraram através dos resultados que os extratos apresentaram efeitos alelopáticos no processo germinativo de *A. leiocarpa* Vog. Macbride (grápia). Tanto na germinação quanto na emergência, os Tratamentos 5 (BAP 100 mg) e o 9 (Violeta 75%) estatisticamente apresentaram as melhores médias. Na emissão de brotos, o tratamento 5 e o 10 (Violeta 100%) apresentam as melhores médias. O extrato da *S. ionantha* Wendl. exerceu efeito benéfico sobre a grápia.

C. rotundus e *B. pilosa* apresentam potencialidades alelopáticas na germinação das sementes, no crescimento inicial do sistema radicular e da parte aérea e no índice de velocidade de germinação em um trabalho realizado com quatro hortaliças. Os autores destacam que na presença dos extratos o sistema radicular apresentou raízes mais espessas, atrofiadas e com maior número de pelos absorventes (GUSMAN; YAMAGUSHI; VESTENA, 2011).

Barroso et al. (2010) avaliou o efeito de seis espécies de plantas espontâneas sobre o crescimento e a produtividade de dois cultivares de feijoeiro, dentre elas *C. rotundus* e *B. pilosa*, responsáveis por perdas na produtividade. Os autores, entretanto, informam que as espécies *Amaranthus viridis* e *Raphanus raphanistrum* causaram maior interferência na cultura, especialmente no cultivar Carioca, que mostrou-se menos competitivo comparado ao cultivar Rubi.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta do material botânico

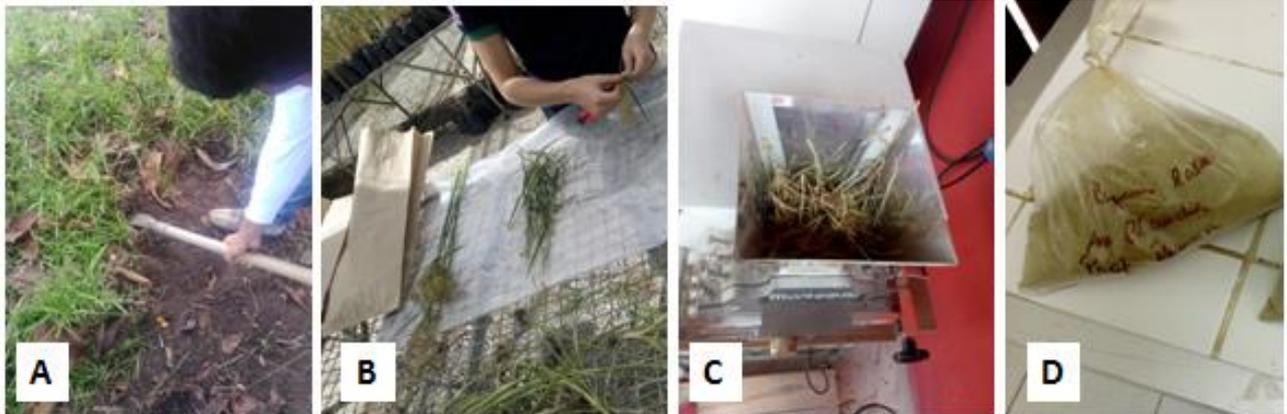
Foi realizada uma análise das espécies de Cyperaceae registradas no Estado de Alagoas, bem como em sites específicos (sblink.cria.org.br e reflora.jbrj.gov.br). Desta análise resultou uma lista de espécies que foram estudadas no presente trabalho as quais estão listadas abaixo (espécies doadoras) (Tabela 1):

Tabela 1. Espécies estudadas no presente trabalho com seus respectivos locais de coleta e número de registro no referido Herbário.

Espécies doadoras	Local de coleta	VOUCHER
<i>Cyperus distans</i> L.	CECA/UFAL	MAC 63603
<i>Cyperus laxus</i> Lam.	CECA/UFAL	MAC 62009
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Igreja Nova/AL	MAC 63547
<i>Fimbristylis miliaceae</i> (L.) Vahl	Igreja Nova/AL	MAC 63548

As coletas foram realizadas no período de julho/2016 a julho/2017 seguindo as técnicas usuais (MORI et al., 1989). Para cada espécie coletada foi separado o espécime testemunho “voucher” e após a identificação pela especialista Dr^aAna Paula do Nascimento Prata, foi depositado no Herbário do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas. Após a coleta das espécies doadoras, foi realizada uma lavagem do material com água corrente para a retirada das impurezas, separado a parte aérea da subterrânea da planta e levados a estufa de circulação de ar forçada a 60°C até atingir peso constante. Após este processo, o material desidratado foi triturado em moinho de facas “tipo willey” com peneira 30 Mash até a obtenção de fragmentos menores. O pó obtido foi armazenado em sacos plásticos e levados a temperatura de -20°C até o momento de seu uso para preparo dos extratos aquoso e hidroalcoólicos (**Figura 2**).

Figura 2. Etapas do processo de coleta até a obtenção do pó: A – Coleta da espécie doadora; B – Separação das partes aéreas e subterrâneas; C – Material sendo triturado em moinho de facas; D – Armazenamento do pó obtido.



Fonte: Autora, 2018.

Como espécies receptoras foram utilizadas *Emilia fosbergii* Nicolson (emilia) e *Lactuca sativa* L. (alface), ambas pertencentes a família Asteraceae.

Emilia fosbergii Nicolson (emilia) é uma espécie herbácea anual de até 60 cm de altura, que se desenvolve em todo o País, vegetando em áreas com lavouras anuais ou perenes, áreas destinadas à olericultura com cultivos de beterraba, cebola, cenoura e tomate, entre outras. Instala-se em pomares de citros e goiaba, quadras de maracujá e cultivos de banana, mamão, manga e amendoim (MOREIRA; BRAGANÇA, 2011).

Provavelmente possui origem híbrida, nativa da Flórida, Antilhas, Ilhas do Pacífico e Brasil. Encontrada em praticamente todos os Estados do Brasil, sendo considerada ruderal. Na Ilha do Cardoso foram encontrados apenas alguns indivíduos próximos às casas. Normalmente são identificadas como *Emilia sonchifolia*, pois ambas são muito semelhantes, principalmente quanto ao formato das folhas (SOUZA, 2007).

Ocorre com frequência durante o período de verão-outono, sendo cultivada como ornamental ocasionalmente, além de ser empregada na medicina caseira (LORENZI, 2008).

Já a espécie receptora *Lactuca sativa* L. (alface) está entre as hortaliças mais cultivadas no mundo, sendo a folhosa mais importante e de maior consumo no Brasil, especialmente na forma de saladas cruas. Apresenta propriedades tranqüilizantes, vitaminas e minerais, encontrados em maiores teores nas cultivares com folhas de bordos lisos e sem formação de cabeça (FERNANDES; MARTINS, 1999).

A principal vantagem do uso dessa planta, além de apresentar sensibilidade aos aleloquímicos mesmo em baixas concentrações e germinação rápida, é o crescimento linear e insensibilidade aos potenciais osmóticos (OLIVEIRA et al., 2009; SOUZA et al., 2005).

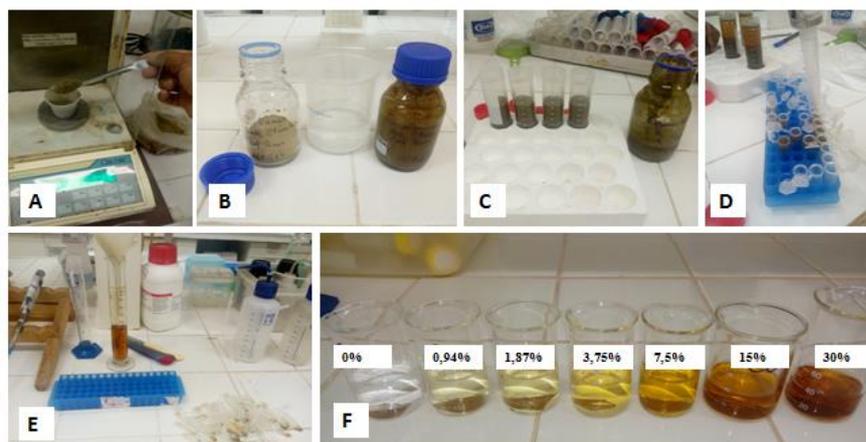
3.1 Preparo dos extratos

3.2.1 Extrato Aquoso

Os experimentos para a obtenção do extrato aquoso foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia do Centro de Ciências Agrárias / UFAL, coordenado pelo prof. Dr. Lauricio Endress.

Para a obtenção do extrato aquoso das espécies de Cyperaceae, foi utilizado o pó da parte aérea e subterrânea, separadamente, e preparada uma solução estoque na concentração de $30\text{g } 100\text{ mL}^{-1}$ (30%) (peso/volume). Esta solução permaneceu em repouso por 24 horas no refrigerador ($5^\circ \pm 1^\circ\text{C}$). Após esse período, o material proveniente da solução foi colocado em tubos falcons e centrifugado durante dez minutos a 3000 rpm para separação das partículas maiores. O sobrenadante coletado foi colocado em eppendorfs e submetido novamente a centrífuga por 15 minutos a 15.000 rpm. A parte utilizada para a diluição nas concentrações foi o sobrenadante límpido obtido após a centrifugação. A partir desse sobrenadante, foram realizadas as diluições para as concentrações de 0,94, 1,87, 3,75, 7,5, 15 e 30% (adaptado de PEREIRA, 2017) (**Figura 3**).

Figura 3. Etapas da preparação do extrato aquoso: A – Pesagem de 30 g do pó; B – Preparação da solução estoque adicionando 100 mL de água destilada; C – Primeira centrifugação em tubos falcons; D – Segunda centrifugação em eppendorfs; E – Filtragem em papel filtro para retirada completa de impurezas; F – Extrato aquoso em diferentes concentrações.



Fonte: Autora, 2018.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Cada extrato obtido foi considerado um experimento individual, em concentrações crescentes, visando observar o efeito alelopático em duas espécies receptoras, realizando-se assim dezesseis (16) experimentos para o extrato aquoso, conforme descrito a seguir:

- Experimento 1: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus distans* testado em alface;
- Experimento 2: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus distans* testado em alface;
- Experimento 3: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus distans* testado em emilia;
- Experimento 4: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus distans* testado em emilia;
- Experimento 5: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus laxus* testado em alface;
- Experimento 6: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus laxus* testado em alface;
- Experimento 7: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus laxus* testado em emilia;
- Experimento 8: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus laxus* testado em emilia;
- Experimento 9: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus rotundus* testado em alface;
- Experimento 10: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus rotundus* testado em alface;
- Experimento 11: Extrato aquoso da parte aérea de *Cyperus rotundus* testado em emilia;
- Experimento 12: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Cyperus rotundus* testado em emilia;
- Experimento 13: Extrato aquoso da parte aérea de *Fimbristylis miliaceae* testado em alface;
- Experimento 14: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Fimbristylis miliaceae* testado em alface;
- Experimento 15: Extrato aquoso da parte aérea de *Fimbristylis miliaceae* testado em emilia;
- Experimento 16: Extrato aquoso da parte subterrânea de *Fimbristylis miliaceae* testado em emilia.

3.1.2 Extrato Hidroalcoólico

Os experimentos para a obtenção do extrato hidroalcoólico foram conduzidos no Laboratório de Análise Farmacêutica e Alimentícia da Universidade Federal de Alagoas / UFAL, sob a coordenação do prof. Dr. Ticiano Gomes do Nascimento.

Para o extrato hidroalcoólico, foi pesado 1,2 g do pó do material vegetal (parte aérea e subterrânea) e adicionado 30 mL de etanol a 50% para a parte aérea e 70% para a subterrânea. A extração foi feita por maceração tipo sonicação, com o auxílio de um equipamento de ultrassom. A solução preparada para o banho maria permaneceu no ultrassom por 60 minutos. Após esse tempo, a solução ficou em repouso por 24 horas. Todo o sobrenadante foi filtrado e

colocado em outro frasco de vidro e foi feita uma segunda extração seguindo a mesma metodologia. Os extratos filtrados resultantes e todas as extrações foram reunidos e concentrados com o auxílio de um rotaevaporador de pressão reduzida em uma temperatura média de 50°C (adaptado de PINHO et al., 2011) (**Figura 4**).

Figura 4. Etapas da preparação do extrato hidroalcoólico: A – Material desidratado das espécies doadoras; B – Extração por maceração em banho maria no ultrassom; C – Material sendo filtrado após extração; D – Evaporação do solvente no rotaevaporador; E – Extrato bruto armazenado.



Fonte: Autora, 2018.

3.2 Variáveis analisadas

Através da avaliação do potencial de germinação, índice de velocidade de germinação e crescimento inicial de plântulas pôde-se avaliar os efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de Cyperaceae nas espécies receptoras *E. fosbergii* Nicolson (emilia) e *L. sativa* L. (alface).

3.3.1 Germinação

Os ensaios de germinação foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias – CECA/UFAL, sob a coordenação do prof. Dr. João Correia Araujo Neto.

Para o bioensaio foram utilizados os extratos aquosos em sementes de *L. sativa* L. e *E.*

fosbergii Nicolson por meio do controle da germinação das sementes. Foram utilizadas caixas de plástico transparentes tipo gerbox com tampa (11x11x4 cm) previamente desinfetadas com álcool e forradas com duas folhas de papel germitest previamente autoclavadas em temperatura de 120°C, com umidade relativa, temperatura (25 °C e fotoperíodo de 12 horas) e luminosidade controlada artificialmente em câmaras de Germinação tipo BOD (Demanda Bioquímica de oxigênio). Cada placa recebeu 30 sementes de alface (Sementes de alface Mimosa Salad Bowl adquiridas no comércio local) e 50 sementes de emilia (coletadas na área de estudo) umedecidos com 6 mL dos extratos. A avaliação foi realizada diariamente durante 7 dias para o alface e 14 dias para a emilia, sendo a emissão da radícula o critério de avaliação da germinação das sementes.

3.3.2 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Os dados obtidos nas contagens diárias realizadas durante o teste de germinação foram utilizados para o cálculo do IVG, segundo a equação de Maguire (1962):

$$IVG = (N1/E1) + (N2/E2) + \dots + (Nn/En)$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação E1, E2, En = número de plântulas na primeira contagem, na segunda e na última. N1, N2, Nn = número de dias da semente à primeira, a segunda e a última contagem.

3.3.3 Comprimento de plântulas

Ao mesmo tempo em que foi feita a avaliação da porcentagem de germinação foi realizada a medição do comprimento de dez plântulas normais escolhidas aleatoriamente, onde foi medido o comprimento da parte aérea (CPA) e da subterrânea (CPS) com régua milimetrada (GUSMAN; BITTENCOURT; VESTENA, 2008; TUR; BORELLA; PASTORINI, 2010).

3.4 Prospecção Fitoquímica (Screening)

A análise do perfil fitoquímico foi realizada no Laboratório de Análise Farmacêutica e Alimentícia da Universidade Federal de Alagoas / UFAL, sob a coordenação do prof. Dr. Ticiano Gomes do Nascimento.

Para a realização da triagem fitoquímica tomou-se como base a metodologia proposta por Matos (1997) a qual foi trabalhada com algumas adaptações a fim de realizar a prospecção dos seguintes aleloquímicos: fenóis, taninos pirogálicos, taninos flobafênicos, antocianina e antocianidina, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas, flavononóis, leucoantocianidinas, catequinas, flavononas, esteroides, triterpenoides e saponinas através da alteração da coloração ou formação de precipitado.

Da amostra obtida dos extratos de Cyperaceae, separou-se 35,0 mL para a prospecção fitoquímica, que foram divididos em sete porções de 3,0 mL em tubos de ensaios numerados de “1” a “7” e identificados. Para os tubos de ensaio de numeração de “8” a “9” foi retirada uma porção de 10,0 mL em béquer rotulado, aqueceu-se o béquer em banho-maria por meio de uma placa de aquecimento com agitação até a evaporação total da parte líquida, a qual foi utilizada nos testes para esteroides, triterpenoides e saponinas.

3.4.1 Testes para fenóis, taninos pirogálicos e taninos flobafênicos

No tubo "1" da amostra do extrato bruto foram colocadas três gotas de solução alcoólica de cloreto férrico (FeCl_3) e, após agitação, foi observada a ocorrência de variação de cor ou formação de precipitado abundante escuro. A coloração entre o azul e o vermelho é indicativa de fenóis, precipitado escuro de tonalidade azul, indicativa da presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e verde indica a presença de taninos flobafênicos (taninos condensados ou catéquicos). Para a comparação foi realizado um teste em branco usando apenas água e o cloreto férrico.

3.4.2 Teste para antocianina e antocianidina, flavonas, flavonóis e xantonas, chalconas e auronas, flavononóis

O tubo "2" foi acidulado com ácido clorídrico (HCl) a pH 3,0, a amostra do tubo "3" foi alcalinizada a pH 8,5 e o tubo "4" alcalinizado a pH 11,0 através da adição de hidróxido de sódio (NaOH). A variação de cor para vermelho em pH 3, lilás em pH 8,5 e azul púrpura em pH 11 é indicativo de antocianinas e antocianidinas. Uma coloração amarela em pH 11 é indicativo de flavonas, flavonóis e xantonas. Variação de cor vermelho em pH 3 e vermelho-

púrpura em pH 11 é indicativo de chalconas e auronas e variação de cor vermelho-laranja em pH 11 é indicativo de flavononóis.

3.4.3 Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas

O tubo "5" foi acidulado por adição de HCl até pH 2,0 e o tubo "6" foi alcalinizado pela adição de NaOH até pH 11,0. Ambos foram aquecidos com o auxílio de uma lâmparina de álcool durante três minutos. A variação de cor em pH 2,0 para vermelho indica a presença de leucoantocianidinas, e variação de cor para pardo no mesmo pH indica a presença de catequinas. Uma variação de cor para vermelho-laranja no pH 11 indica a presença de flavanonas.

3.4.4 Testes para flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas

Ao Tubo "7" foi adicionado uma pequena fita de magnésio e 1,0 mL de HCl concentrado. Após o término da reação, indicada pela efervescência, o tubo "7" foi comparado com o tubo "5" (ambos acidulados). Espera-se o aparecimento ou a intensificação de cor vermelha indicando a presença de flavonóis, flavanonas, flavononóis e/ou xantonas, livres ou seus heterosídeos.

3.4.5 Teste para esteroides e triterpenoides

O resíduo seco do béquer foi extraído três vezes com 2,0 mL de clorofórmio e homogeneizado. A solução foi filtrada para um tubo de ensaio, gota a gota em um pequeno funil coberto com algodão com alguns decigramas de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4). Foi adicionado 1,0 mL de anidro acético, agitou-se suavemente, e adicionou-se três gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Agitou-se novamente e observou-se a projeção de cores: coloração azul evanescente seguida de verde permanente é indicativa da presença de esteroides livres. A coloração parda até vermelha indica triterpenoides pentacíclicos livres.

3.4.6 Teste para saponinas

O resíduo insolúvel em clorofórmio, separado na operação anterior, foi redissolvido em 8,0 mL de água destilada e a solução foi filtrada através de algodão para um tubo de ensaio. Agitou-se o tubo com a solução, fortemente, por três minutos e observou-se a formação de espuma persistente e abundante (colarinho), indicativa da presença de saponinas (heterosídeos saponínicos).

3.5 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

Para tal teste, foi transferido 1 mL de cada extrato bruto ou partição a 1 mg/mL para seus respectivos vials, filtrando-os em filtro milipore 0,20 µm com o auxílio de uma seringa. O perfil cromatográfico foi realizado em HPLC com detector de ultravioleta (UV) e arranjo de diodo (DAD), onde o extrato e frações foram injetados, numa taxa de fluxo de 0,6 mL/min e por 72 minutos, utilizando por fase estacionária uma coluna de fase reversa Jupiter 5u C18 300A, e por fase móvel uma mistura de metanol, água e ácido trifluoroacético 0,1%. As substâncias utilizadas como padrão, com alto grau de pureza, foram: ácido clorogênico (50 µg/mL), ácido p-coumárico (100 µg/mL), apigenina (80 µg/mL), crisina (100 µg/mL), luteolina (80 µg/mL), myricitrina (100 µg/mL), quercetina (100 µg/mL), quercitrina (80 µg/mL) e rutina (100 µg/mL). Os cromatogramas foram registrados de 254, 275 e 320 nm.

3.6 Estimativa do teor de flavonoides totais pela complexação com AlCl₃

O teor de flavonoides totais foi estimado espectrofotometricamente pela reação com Cloreto de Alumínio (AlCl₃) a 5% em metanol, utilizando quercetina como padrão. Os extratos de Cyperaceae foram diluídos para concentrações correspondentes de (365, 475 e 548 mg/mL) em balão âmbar de 5 mL. Foram adicionados 100µL de AlCl₃ a 5% com volumes da solução das amostras de Cyperaceae (50, 65 e 75 mL). A reação foi realizada em ambiente escuro por 30 min. O volume do balão foi completado por metanol. A leitura da absorbância foi realizada no espectrofotômetro (modelo Shimadzu UV-1280) a 425 nm contra um branco (cloreto de alumínio a 5% mais o metanol). O conteúdo total de flavonoides foi determinado usando uma curva padrão de quercetina em sete pontos de concentrações (adaptado de LUGO, 2015).

3.7 Delineamento estatístico e tratamento estatístico

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey, utilizando o programa estatístico Sisvar.

Após a análise de variância e sendo significativo o efeito do extrato, ajustou-se os dados seguindo o modelo de regressão não-linear do tipo log-logístico com três parâmetros

proposto por Seefeldt et al. (1995) para determinar a CL₅₀ (concentração inibitória equivalente a 50% de efeito em relação a testemunha), utilizando-se o programa Sigmaplot:

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]}$$

em que: y = porcentagem de controle; x = coeficiente da dose C; e a, b, c e d = parâmetros da curva, de modo que a é o limite inferior da curva, b é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, c é o coeficiente da dose C que proporciona 50% de resposta da variável e d é a declividade da curva.

O CL₅₀ é a concentração do extrato em % que proporciona o valor de 50% de controle ou redução de crescimento da espécie receptora. Os valores da testemunha foram considerados 100% sendo os resultados de cada variável dos demais tratamentos calculados em relação a testemunha, utilizando a seguinte fórmula:

$$VR(\%) = 100 * V / Tm$$

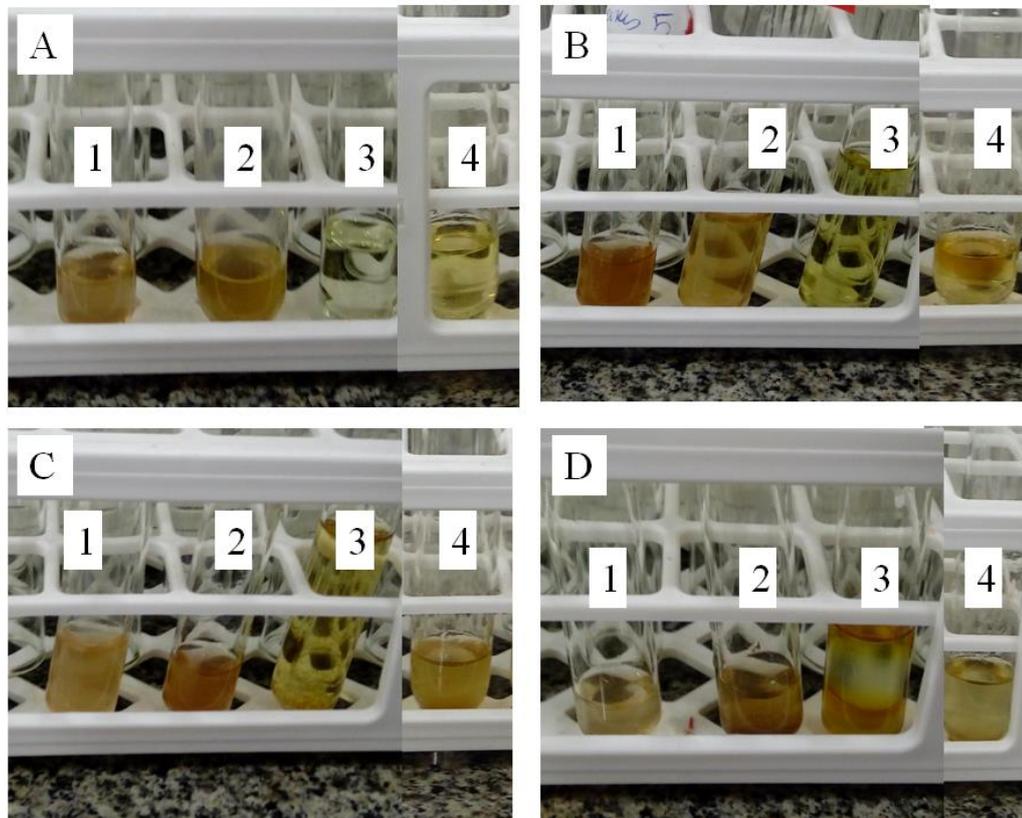
Onde, VR = variável em relação a testemunha (%); V = variável analisada (G, IVG, CPA e CPS); Tm = média da testemunha (%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Prospecção Fitoquímica (Screening)

Através da análise fitoquímica preliminar pudemos identificar grupos de metabólitos secundários relevantes que podem estar relacionados às atividades alelopáticas encontradas nos extratos estudados. A imagem da coloração das soluções, resultante da análise fitoquímica após as reações para cada metabólito secundário está apresentada na **Figura 5**.

Figura 5. Colorações resultantes da análise fitoquímica para as espécies de Cyperaceae: A - *Cyperus distans*; B - *Cyperus laxus*; C - *Cyperus rotundus*; D - *Fimbristylis miliacea* (1 - catequina, 2 - flavanona, 3 - alcaloide, 4 - terpeno)



Fonte: Autora, 2018.

Os resultados da análise fitoquímica dos extratos da parte aérea (P.A.) e parte subterrânea (P.S.) nas quatro espécies estudadas mostraram-se bem semelhantes, não apresentaram diferença significativa quanto aos compostos identificados. Foi demonstrado que para o extrato da P.A. *C. laxus* e *C. rotundus* apresentaram os mesmos compostos, enquanto que para o extrato as P.S. as substâncias foram às mesmas em *C. laxus* e *F. miliacea*. Pode-se observar resultados positivos em todos os extratos nas quatro espécies estudadas para triterpenoides e alcaloides (P.A. e P.S.) (**Tabela 2**).

Tabela 2. Screening fitoquímico das espécies de Cyperaceae estudadas: A – *Cyperus rotundus* L. P.A. (50% ácido); B – *Cyperus laxus* Lam. P.A. (50% ácido); C – *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl P.A. (50% ácido); D – *Cyperus distans* L. P.A. (50% ácido); E - *Cyperus rotundus* L. P.S. (70% ácido); F – *Cyperu laxus* Lam. P.S. (70% ácido); G – *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl P.S. (70% ácido); H – *Cyperus distans* L. P.S. (70% ácido).

Teste	A	B	C	D	E	F	G	H
Fenóis	-	-	-	-	-	-	-	-
Taninos	-	-	-	-	-	-	-	-
Taninos cond. (flebonfênicos)	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>antocianina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Antocianidina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuco</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>antonocianidinas</i>								
<i>Catequinas</i>	++	++	+	+	+	+	+	+
<i>Flavanonas (1)</i>	+	+	-	+	-	+++	++	-
<i>Flavanonas (2)</i>	+	+	-	+	-	+++	++	-
<i>Flavonas (1)</i>	+++	++	++	-	-	+++	++	-
<i>Flavonas (2)</i>	+++	++	++	-	-	+++	++	-
<i>flavonois e</i>	+++	++	++	-	-	+++	++	-
<i>xantonas (1)</i>								
<i>flavonois e</i>	+++	++	++	-	-	+++	++	-
<i>xantonas (2)</i>								
<i>chalconas e</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>auronas (1)</i>								
<i>chalconas e</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>auronas (2)</i>								
<i>Flavononois (1)</i>	+	+	-	-	+	+	+	-
<i>Flavononois (2)</i>	+	+	-	-	+	+++	++	-
<i>Esteroides (1)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Esteroides (2)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triterpenoide (1)</i>	+++	++	+++	+	+++	+++	++	++
<i>Triterpenoide (2)</i>	++	++	+++	+	+++	+++	++	++
<i>Saponinas (1)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Saponinas (2)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alcaloides</i>	++	+	++	++	+	++	++	+
<i>Dragendorf</i>								

-resultado negativo, + resultado positivo

Nos extratos da P.A e P.S foram encontrados flavonoides, triterpenoides e alcaloides. Os taninos condensados foram encontrados apenas nos extratos da P.S. nas quatro espécies. Semelhante a esses resultados, Oliveira et al. (2010) realizaram uma triagem fitoquímica do

extrato liofilizado de *Remirea maritima* Aubl, onde os autores avaliaram possíveis efeitos antimicrobianos, antinociceptivos, antiinflamatórios e antioxidantes utilizando modelos *in vitro* e *in vivo*. Os autores identificaram as seguintes classes de compostos: taninos condensados, alcaloides, cumarinas voláteis, saponinas e triterpeno. Azevedo et al. (2014) objetivando avaliar o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante comparando-se os resultados obtidos entre diferentes órgãos da *Costus spicatus*, constataram a presença de Triterpenos e Esteroides, Flavonoides, Saponinas, Alcaloides e Taninos.

Ainda similar aos resultados, Evangelista et al. (2012) avaliaram o perfil fitoquímico qualitativo do extrato aquoso e hexânico das folhas de *Lavandula officinalis* Chaix & Kitt. visando uma pesquisa preliminar das substâncias (metabólitos secundários) e apresentaram resultados positivos para classes de taninos, flavonoides, saponinas e carboidratos totais no extrato aquoso. Marmitt; Rempel (2016) avaliaram a presença de flavonoide kaempferitrina através do extrato aquoso das folhas dos exemplares analisados de três espécimes de *Bauhinia forficata* Link comparando com um espécime de *Bauhinia variegata* L. A prospecção fitoquímica apontou a presença de taninos condensados e flavonoides. Os três espécimes de *B. forficata* avaliados possuem o metabólito kaempferitrina, enquanto que o espécime de *B. variegata*, não possui tal metabólito.

Resultados parecidos também foram apontados por Pinho et al. (2011) ao avaliarem o perfil fitoquímico de extratos hidroalcoólicos padrão (EAPs), obtidos a partir das folhas de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), erva baleeira (*Cordia verbenacea*) e do farelo da casca do fruto do pequi (*Caryocar brasiliense*) e a atividade antimicrobiana de diferentes concentrações desses EAPs contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* e ao fazerem um rastreamento dos compostos secundários presentes nas espécies estudadas identificando catequinas, esteroides, fenóis simples, flavonas, flavonoides, flavanonóis, saponinas, taninos e xantonas.

Corroborando com os resultados encontrados neste trabalho, Salgado et al. (2013) avaliaram o potencial alelopático de dois extratos hidroetanólicos foliares de *Stryphnodendron obovatum* (70 e 50%) sobre o desenvolvimento inicial de *Cucumis sativus* L., além da atividade citotóxica contra microcrustáceo *Artemia salina* Leach. e moluscicida contra o molusco *Biomphalaria glabrata* Say, com vistas a um possível herbicida e/ou moluscicida vindos a partir desta planta e através de uma triagem fitoquímica feita a partir dos hidroetanólicos foliares verificaram a presença de taninos, além de flavonoides e saponinas. De acordo com os autores este resultado é compatível com a literatura, uma vez que já foram

analisados e quantificados os taninos dos extratos acetônicos das cascas *S. obovatum* (LOPES et al., 2009).

No extrato da parte aérea em *C. rotundus* foram identificados flavonoides, triterpenoides e alcaloides. Já no extrato da parte subterrânea flavonoides, triterpenoides, alcaloides e tanino condensado. Resultado semelhante pode ser observado em Catunda et al. (2002), onde observaram a presença de fenóis, taninos condensados, flavanonas, saponinas e triterpenoides na mesma espécie. Algumas das substâncias encontradas por estes autores, só foi possível ser identificada no presente trabalho com o extrato da parte subterrânea, como é o caso de taninos condensados, enquanto que em ambos os extratos foi possível identificar o triterpenoide.

Alguns estudos apontam o grupo das monocotiledôneas como importante fonte de flavonoides (SILVA, 2007). Em todas as espécies estudadas e nos dois extratos (P.A. e P.S.) foi detectada a presença de flavonoides, triterpenoides e alcaloides.

De acordo com Sakihama et al. (2002) os flavonoides são os aleloquímicos mais presente nas plantas e possuem funções de pigmentos, atrativos ou repelentes de herbívoros, ações antimicrobianas, interferem na germinação do tubo polínico, atuam na proteção contra radiação UV, influenciam no transporte de auxinas; capturam espécies reativas de oxigênio, apresentam efeitos alelopáticos, sendo capazes de inibir o crescimento de plantas. Parvez et al. (2004) demonstraram que o arranjo estrutural das moléculas de flavonoides provavelmente seria o responsável pela sua atividade alelopática. Einhellig (2004) afirma que esses compostos possuem um amplo espectro de fitotoxicidade, além de estimular o crescimento de raízes, dependendo da sua concentração.

Os alcalóides podem ser encontrados em todas as partes de um vegetal, porém em quantidade preferencial para cada órgão (AZEVEDO et al., 2014). Segundo Buchanan (2001), são aleloquímicos conhecidos por possuírem ação antipatógena ou inseticida, apresentam também ação alelopática.

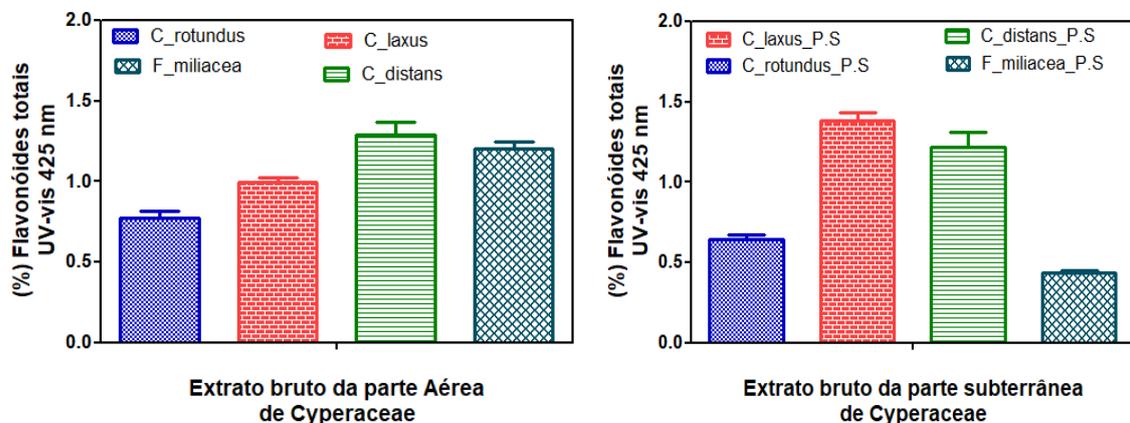
Do ponto de vista de Correia (2006), os triterpenoides são substâncias que podem ser precursores de hormônios em plantas, insetos e mamíferos e inibem o desenvolvimento de outras plantas. Larcher (2006) corrobora esses dados afirmando que as espécies vegetais ao possuírem esses compostos apresentam ação alelopática, afetando tanto a germinação quanto o crescimento de plântulas de algumas espécies.

Os taninos condensados são conhecidos por inibir o crescimento e germinação de sementes (BUCHANAN, 2001).

4.2 Determinação de flavonoides totais

De acordo com os resultados obtidos foi possível observar que para o extrato da parte aérea *C. distans* apresentou melhor resultado com maior teor de flavonoide, seguida por *F. miliacea*, *C. laxus* e *C. rotundus*. Já para o extrato da parte subterrânea, a espécie que apresentou elevado teor de flavonoide foi *C. laxus*, seguida por *C. distans* e *C. rotundus*. A espécie *F. miliacea* diferente do que aconteceu com o extrato da parte aérea, onde a mesma seguindo a sequência ocupou o segundo lugar em maior quantidade de flavonoides, passou a ocupar o último lugar, para o extrato da parte subterrânea mostrando resultados bem menos significativos (Figura 6).

Figura 6. Teor de flavonoides totais da parte aérea e subterrânea de Cyperaceae.



Devido à suas propriedades sequestrantes de radicais livres e por quelar íons metálicos, os flavonoides são ditos como antioxidantes efetivos, protegendo assim os tecidos dos radicais livres e da peroxidação lipídica (KANDASWAMI; MIDDLETON, 1994).

Alguns estudos têm demonstrado uma atividade pró-oxidante in vitro desses compostos, apesar de apresentarem propriedades antioxidantes importantes na prevenção de doenças. São amplamente difundidos como nutracêuticos para o tratamento de doenças cardiovasculares, câncer e inflamações crônicas extratos concentrados de plantas ricas em flavonoides como própolis, folhas de chá verde, isoflavonas isoladas da soja e semente de uva. Assim, relatos de mutagenicidade baseada no dano oxidativo causado pelos flavonoides torna-se de grande interesse (HEIM et al., 2002).

4.3 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

Como observado anteriormente, os extratos de Cyperaceae mostraram bons níveis de flavonoides totais, então a partir desta análise prévia foi realizada a identificação de compostos através da técnica de HPLC, utilizando como método mais comum de identificação de um metabólito secundário a comparação do seu tempo de retenção na amostra a ser avaliada com o padrão desse mesmo composto.

Dessa forma, ao coincidir o tempo de retenção (TR) obtido da amostra com o tempo de retenção do padrão teremos como identificar o composto (BALL, 2006).

Foram utilizados os valores da Tabela 3 como padrões analíticos para a identificação dos compostos na corrida cromatográfica das espécies de Cyperaceae.

Tabela 3. Identificação dos compostos químicos fenólicos usando cromatograma dos padrões analíticos nos comprimentos de ondas.

Nº Pico	Tempo retenção (min)	Composto	$\lambda 1$ (nm)	$\lambda 2$ (nm)	$\lambda 3$ (nm)
1	10,97	Ácido gálico	195	218	271
2	23,39	Catequina	233	279	-
3	27,25	Ácido clorogênico	-	246	325
4	29,04	Ácido ferúlico	208	290	322
5	36,95	Ácido p-coumárico	236	290	309
6	41,97	Miricitrina	-	259	351
7	42,95	Rutina	-	256	355
8	45,03	Quercitrina	-	256	349
9	48,18	Quercetina	-	255	369
10	48,67	Naringenina	-	229	290
11	49,13	Luteolina	-	255	349
12	52,13	Apigenina	239	267	339
13	54,32	Crisina	-	268	313
14	56,40	Acacetina	-	269	335

Dando sequência aos resultados, os cromatogramas das partes aéreas de Cyperaceae relativos à determinação dos compostos fenólicos encontrados e seus picos nos comprimentos de onda correspondente, numa taxa de fluxo de 0,6 mL/min por 72 minutos, estão apresentados em seguida. A corrida de 72 minutos foi feita em três comprimentos de ondas (254, 275 e 320 nm), porém a leitura dos picos de retenção foram analisadas no comprimento de onde que mais se destacou (275 nm). Os cromatogramas dos padrões identificados (ácido

gálico, ácido clorogênico, acacetina, apigenina, crisina, luteolina, rutina) assim como seus respectivos espectros, podem ser observados nos apêndices A, B, C, D, E, F e G, respectivamente, juntamente com os cromatogramas e espectros da fração, demonstrando, assim, a existência dessas substâncias nas espécies de Cyperaceae.

Os resultados para estes cromatogramas mostram que essas espécies de Cyperaceae, apresentam picos semelhantes em tempos de retenção bem parecidos, apresentando diferença mais significativa quanto ao tempo de retenção na identificação dos alcaloides que de acordo com o padrão analisado, aparecem em um tempo de retenção de 33 a 34 min.

Na tabela 4 estão listados os compostos presentes na cromatografia da parte aérea de *C. distans* no comprimento de onda a 275 nm. Foram reconhecidas 17 substâncias na corrida de 72 min. Sendo que desse total 7 foram identificadas (Ácido gálico, Epi-guaipyridine, Guaipyridine, Luteolina, Apigenina, Crisina e Acacetina), nos tempos de retenção de 11,17; 33, 16; 34,00; 50,68; 52,13; 54,32 e 56,54 min respectivamente, não sendo possível pelas técnicas utilizadas a identificação mais precisa dos demais compostos.

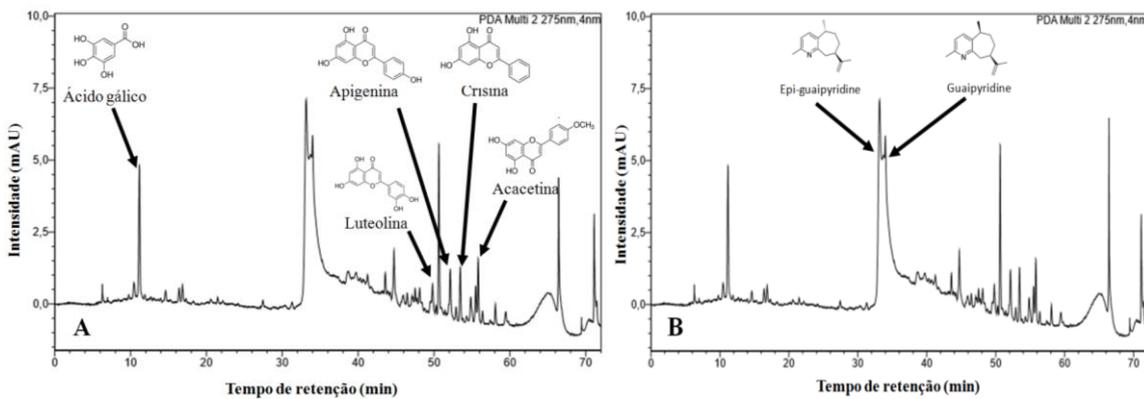
Tabela 4. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes em *Cyperus distans* L. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm.

Nº Pico	Tempo retenção (min)	Composto	λ1 (nm)	λ2 (nm)	λ3 (nm)
1	11,17	Ácido gálico	195	218	283
2	14,60	Desconhecido 1	-	233	280
3	16,42	Desconhecido 2	-	238	281
4	16,86	Desconhecido 3	-	239	278
5	27,42	Desconhecido 4	-	272	-
6	33,16	Epi-guaipyridine	-	276	310 omb
7	34,00	Guaipyridine	239	276	310 omb
8	43,53	Desconhecido 7	249	272	354
9	44,73	Desconhecido 7	244	274	333
10	50,68	Luteolina	-	259	332
11	52,13	Apigenina	-	268	-
12	53,42	Desconhecido 9	271	290	332
13	54,32	Crisina	-	271	-
14	55,50	Desconhecido 10	-	316	374
15	56,54	Acacetina	251	271	310
16	66,47	Desconhecido 11	257	310	363
17	66,53	Desconhecido 12	260	310	363

Na corrida cromatográfica, *C. distans* apresentou de um total de 15 compostos, 5 identificados (ácido gálico, luteolina, apigenina, crisina, acacetina). Segue, representado na

Figura 7A amostra de *C. distans* com os flavonoides identificados no comprimento de onda a 275 nm e os alcaloides na **Figura 7B**. O pico 1 no TR=11,17 (ácido gálico); o pico 6 no TR=33,16 (Epi-guaipyridine); o pico 7 no TR=34,00 (Guaipyridine); o pico 10 no TR=50,68 (Luteolina); o pico 11 no TR=52,13 (Apigenina); o pico 13 no TR=54,32 (Crisina); e o pico 15 no TR=56,54 (Acacetina).

Figura 7A. Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus distans* L. (parte aérea) no comprimento de onde a 275nm; **7B** – Alcaloides identificados na mesma amostra.



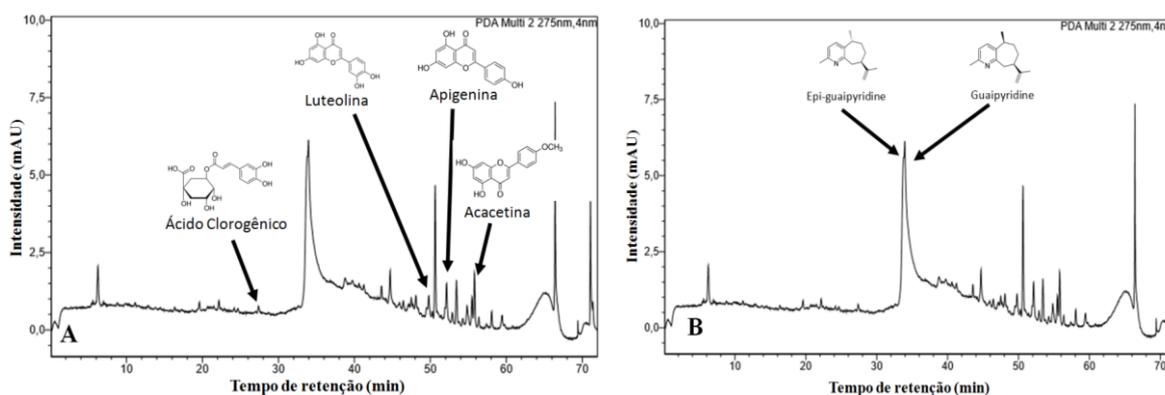
Na tabela 5 estão listados os compostos presentes na cromatografia da parte aérea de *C. laxus* no comprimento de onda a 275 nm. Foram reconhecidas 16 substâncias na corrida de 72 min, sendo que desse total 6 foram identificadas (Ácido clorogênico, Epi-guaipyridine, Guaipyridine, Luteolina, Apigenina e Acacetina), nos tempos de retenção de 27, 30; 33,14; 34,00; 50,63; 52,17 e 55,83 min respectivamente, não sendo possível pelas técnicas utilizadas a identificação mais precisa dos demais compostos.

Tabela 5. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes em *Cyperus laxus* Lam. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm.

Nº Pico	Tempo retenção (min)	Composto	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	λ_3 (nm)
1	19,00	Desconhecido 1	204	293	325
2	27,30	Ácido clorogênico	202	262	279
3	33,14	Epi-guaipyridine	-	270	310 omb
4	34,00	Guaipyridine	239	276	310 omb
5	43,60	Desconhecido 3	231	278	310
6	44,70	Desconhecido 3	233	276	310
7	50,63	Luteolina	-	258	310 omb
8	52,17	Apigenina	249	268	310 omb
9	53,41	Desconhecido 5	250	272	310 omb
10	54,85	Desconhecido 6	251	278	332
11	55,46	Desconhecido 7	251	315	378
12	55,83	Acacetina	-	267	332
13	58,11	Desconhecido 8	251	278	330
14	59,46	Desconhecido 9	259	310	332
15	66,51	Desconhecido 10	258	312	363
16	71,14	Desconhecido 11	234	278	333

Nesta corrida, *C. laxus* de um total de 14 compostos reconhecidos, 4 foram identificados (ácido clorogênico, luteolina, apigenina, acacetina). Representado na **Figura 8A** estão os flavonoides identificados no comprimento de onda a 275 nm e os alcaloides estão representados na **Figura 8B** na amostra de *C. laxus*. O pico 2 no TR=27,30 (ácido clorogênico); o pico 3 no TR=33,14 (Epi-guaipyridine); o pico 4 no TR=34,00 (Guaipyridine); o pico 7 no TR=50,63 (Luteolina); o pico 8 no TR=52,17 (Apigenina); e o pico 12 no TR=55,83 (Acacetina).

Figura 8A. Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus laxus* Lam. (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; **8B** – Alcaloides identificados na mesma amostra.



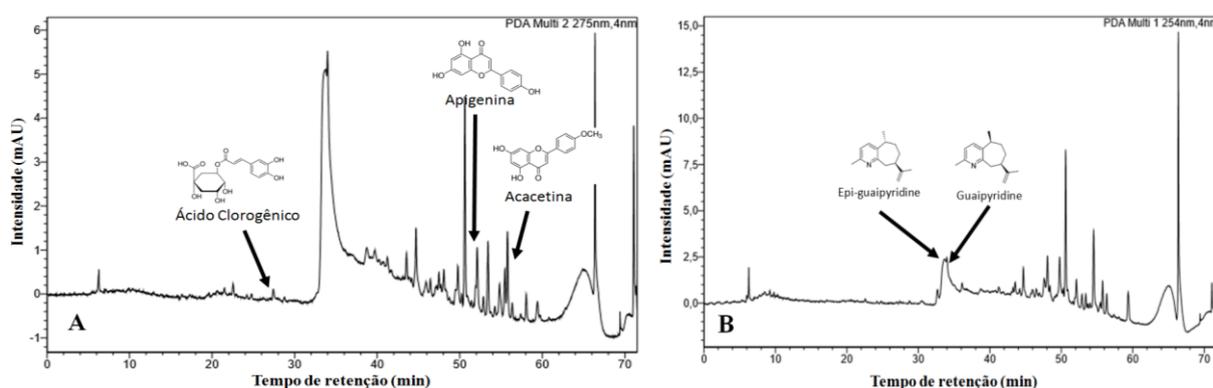
Os compostos presentes na cromatografia da parte aérea de *C. rotundus* no comprimento de onda a 275 nm estão listados na Tabela 6. Nessa corrida de 72 min foram reconhecidas 15 substâncias, sendo que desse total foram identificadas 5 (Ácido clorogênico, Epi-guaipyridine, Guaipyridine, Apigenina e Acacetina), nos tempos de retenção de 27,41; 33,62; 34,00; 52,12 e 55,78 min respectivamente, não sendo possível pelas técnicas utilizadas a identificação mais precisa dos demais compostos.

Tabela 6. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes na *Cyperus rotundus* L. (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm.

Nº Pico	Tempo retenção (min)	Composto	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	λ_3 (nm)
1	27,41	Ácido clorogênico	250	288	315
2	33,62	Epi-guaipyridine	-	276	315 omb
3	34,00	Guaipyridine	-	276	315 omb
4	43,53	Desconhecido 1	249	290	320
5	44,67	Desconhecido 2	246	276	325
6	48,06	Desconhecido 3	248	276	310
7	49,75	Desconhecido 4	253	276 omb	320 omb
8	50,61	Desconhecido 5		258	320
9	52,12	Apigenina	256	268	317
10	53,40	Desconhecido 6	271	-	320
11	54,82	Desconhecido 7	254	280	332
12	55,45	Desconhecido 8	254	317	375
13	55,78	Acacetina	272	320	375 omb
14	66,40	Desconhecido 9	260	310	363
15	71,09	Desconhecido 10	-	280	324

Na cromatografia de *C. rotundus* foi possível identificar apenas 3 de um total de 13 flavonoides reconhecidos (ácido clorogênico, apigenina, acacetina). Na **Figura 9A** estão os flavonoides identificados no comprimento de onda a 275 nm e os alcaloides estão representados na **Figura 9B** na amostra de *C. rotundus*. O pico 1 no TR=27,41 (ácido clorogênico); o pico 2 no TR=33,62 (Epi-guaipyridine); o pico 3 no TR=34,00 (Guaipyridine); o pico 9 no TR=52,12 (Apigenina); e o pico 13 no TR=55,78 (Acacetina).

Figura 9A. Flavonoides identificados no cromatograma de *Cyperus laxus* Lam. (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; **9B** – Alcaloides identificados na mesma amostra.



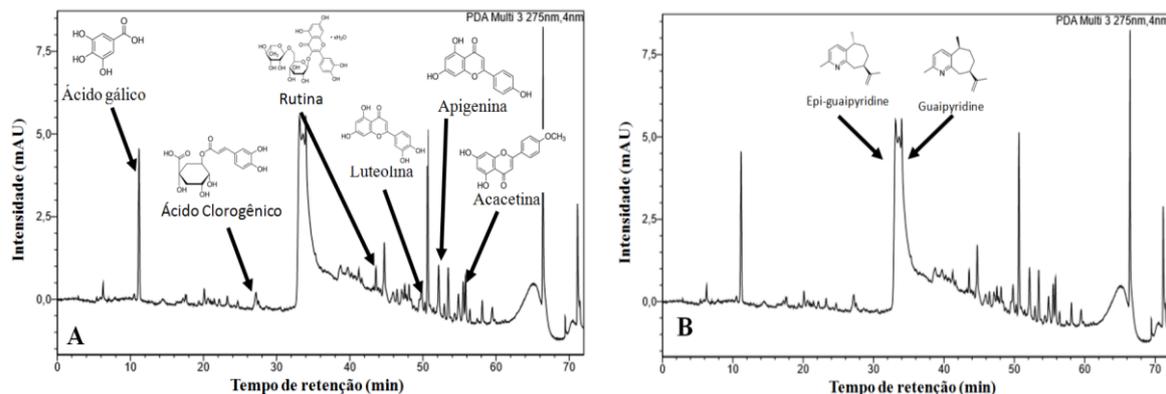
Os compostos presentes na cromatografia da parte aérea de *F. miliacea* no comprimento de onda a 275 nm estão listados na Tabela 7. Nessa corrida de 72 min foram reconhecidos 18 compostos, sendo que desse total 8 foram identificados (Ácido gálico, Ácido clorogênico, Epi-guaipyridine, Guaipyridine, Rutina, Luteolina, Apigenina e Acacetina), nos tempos de retenção de 11,17; 27,12; 33,14; 34,00; 43,60; 49,82; 52,16 e 55,88 min respectivamente, não sendo possível pelas técnicas utilizadas a identificação mais precisa dos demais compostos.

Tabela 7. Identificação dos compostos químicos fenólicos ou alcaloídicos presentes na *Fimbrintylis miliacea* (L.) Vahl (Parte Aérea) usando cromatograma no comprimento de onda 275nm.

Nº Pico	Tempo retenção (min)	Composto	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	λ_3 (nm)
1	6,29	Desconhecido 1	-	256	-
2	11,17	Ácido gálico	-	283	-
3	17,19	Desconhecido 2	-	252	337
4	20,13	Desconhecido 3	-	267	345
5	23,30	Desconhecido 4	-	253	341
6	27,12	Ácido clorogênico	-	274	337
7	33,14	Epi-guaipyridine	-	275	315 omb
8	34,00	Guaipyridine	-	275	315 omb
9	41,26	Desconhecido 5	250	272	336
10	43,60	Rutina	249	274	343
11	44,75	Desconhecido 6	245	274	336
12	49,82	Luteolina	253	310	340
13	50,67	Desconhecido 7	-	259	310
14	52,16	Apigenina	-	267	336
15	53,48	Desconhecido 8	271	310	336
16	55,86	Acacetina	268	316	366
17	66,43	Desconhecido 9	253	311	362
18	71,09	Desconhecido 10	-	279	345

Na corrida da espécie *F. miliacea* foi a que apresentou o maior número de compostos identificados, totalizando 6 (ácido gálico, ácido clorogênico, rutina, luteolina, apigenina, acacetina). Representado na **Figura 10A** amostra de *F. miliacea* com os flavonoides identificados no comprimento de onda a 275 nm e os alcaloides na **Figura 10B**. O pico 2 no TR=11,17 (Ácido gálico); o pico 6 no TR=27,12 (Ácido clorogênico); o pico 7 no TR=33,14 (Epi-guaipyrindine); o pico 8 no TR=34,00 (Guaipyrindine); o pico 10 no TR=43,60 (Rutina); o pico 12 no TR=49,82 (Luteolina); o pico 14 no TR=52,16 (Apigenina); e o pico 16 no TR=55,88 (Acacetina).

Figura 10A. Flavonoides identificados no cromatograma de *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl (parte aérea) no comprimento de onda a 275nm; **10B** – Alcaloides identificados na mesma amostra.



Os compostos ácido clorogênico, ácido gálico, acacetina, apigenina, crisina, luteolina, rutina e alcaloides foram identificados pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). Alguns trabalhos na literatura mostram resultados semelhantes aos aleloquímicos encontrados no presente estudo (AZEVEDO et al., 2014; BEZERRA et al., 2016; FERRÃO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; NASCIMENTO; GAMA, 2015; SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2010), sendo o composto alcalóide o que mais se destaca sendo relatado na grande maioria deles.

Fiorenza et al. (2016), objetivaram avaliar os efeitos alelopáticos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) sobre a germinação e crescimento inicial de *Zea mays* L., *Avena sativa* L., *Lolium multiflorum* Lam., *Trifolium pratense* L., *Lotus corniculatus* L. Os componentes encontrados utilizando-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência foram ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido elágico, epicatequina, rutina e quercetina. A presença dos compostos fenólicos e dos flavonoides possivelmente fizeram com que ocorresse o efeito alelopático reduzindo e inibindo a germinação, o índice de velocidade

de germinação e o comprimento inicial das plântulas. Os compostos identificados corroboram com a presente pesquisa, onde também foi encontrado ácido gálico e rutina.

Avaliando o potencial antiproliferativo e genotóxico de extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Rubus* sp. sobre a divisão meristemática de pontas de raízes de *Allium cepa*, bem como determinar os compostos fenólicos presentes nos referidos extratos, Hister et al. (2017) através da técnica de HPLC identificaram uma quantidade maior de compostos fenólicos (Cianidina, Ácido gálico, Catequina, Ácido clorogênico, Ácido cafeico, Ácido cumárico, Rutina, Quercetina e Canferol), sendo a quercetina o elemento encontrado em maior quantidade. Esses dados corroboram com o presente estudo, pois também foi encontrado ácido gálico, ácido clorogênico e rutina.

Ainda semelhante aos resultados, Santos et al. (2007), com o objetivo de determinar algumas classes de metabólitos secundários utilizaram extratos orgânicos obtidos a partir de raízes de *Canavalia ensiformis* e avaliaram o potencial alelopático na germinação das sementes de ervas daninhas: *Mimosa pudica*, *Cassia tora* e *Cassia occidentalis* mostrando um forte potencial alelopático. Foram identificados 5 classes de metabólitos, sendo ácido clorogênico e rutina comuns ao presente trabalho.

De acordo com Fiorenza et al. (2016), alguns estudos descrevem que a presença de compostos fenólicos está diretamente relacionada com a atividade alelopática, a qual pode inibir o crescimento e até mesmo a germinação de outras espécies pertencentes ao mesmo ambiente.

Pesquisas envolvendo a família Cyperaceae são extensas, porém voltadas a alelopatia encontra-se em número restrito e como já mencionado anteriormente, são trabalhos envolvendo *C. rotundus*, utilizando tanto a parte aérea como a subterrânea (COELHO et al., 2014; FANTI, 2008; SILVA et al., 2016; LAYNEZ-GARSABALL-MÉNDEZ-NATERA, 2007; ZANUNCIO et al., 2013). Os gêneros mais citados na literatura com resultados quanto ao perfil fitoquímico são *Carex* e *Cyperus*.

Cyperus rotundus no presente trabalho mostrou maior interferência alelopática do que nos trabalhos já citados sobre esta espécie, onde afirmam comprometer pouco a germinação e velocidade de germinação das espécies testadas, revelando resultados semelhantes ao controle, não havendo diferença significativa nas variáveis analisadas (BARROSO et al., 2010; COELHO et al., 2014; BATISTA; BOTREL; FIGUEIREDO, 2015;) com exceção de Gusman; Yamagushi; Vestena, 2011 que afirmam alelopatia acentuada nas variáveis analisadas.

Segundo Rezende et al. (2013) *C. rotundus* apresenta grande quantidade de compostos fenólicos em extratos de folha, sendo os componentes mais abundantes fenóis e ácidos graxos. Utilizando a técnica de cromatografia em camada delgada foi confirmada também a presença de terpenos e esteroides, flavonoides, alcaloides e taninos a partir de extrato alcoólico e aquoso.

Jaiswal et al. (2014) através da técnica de Cromatografia por GC-MS confirmaram a presença de substâncias nas amostras dos rizomas de *C. rotundus*. As substâncias identificadas foram: ionone, β -cadineno, metil isoeugenol, cicloisolongifoleno, Óxido de alloaromadendreno- (1), trans-Z-a-bisaboleno, epóxido, 9H-cicloisolongifoleno e epóxido de isoaromadendreno. Vários relatórios indicam também a presença de terpenoides, alcaloides, flavonoides e esteroides em rizomas desta espécie.

Parker et al. (2000), analisando tubérculos de junça (*Cyperus esculentus* L.) constataram que as paredes das células do tubérculo descascadas são ricas em ácido ferúlico, enquanto que o ácido p-coumarico domina a fração de fenol monomérica da pele. O material de parede celular de pele e tubérculos sem a pele contém uma quantidade significativa de diferentes ácidos diferulicos (~ 20% do ácido ferúlico da parede), consistindo principalmente de 8-O-4', 8-5' e 5-5'-dimers. Estes estão potencialmente disponíveis para formar ligações cruzadas termicamente estáveis entre polissacarídeos dentro da parede e entre células. Isso pode conferir estabilidade térmica da textura.

Li et al. (2009) identificaram sete compostos, que incluíram dois oligómeros de resveratrol e cinco flavonoides de sementes de *Carex folliculata* L. (Cyperaceae). Esses compostos foram identificados por ressonância magnética nuclear e espectrometria de massa. Os oligómeros de resveratrol foram pallidol, um dímero de resveratrol relatado estar presente em níveis equivalente ao resveratrol em vinho tinto e kobophenol A, um tetrâmero de resveratrol com um esqueleto de 2,3,4,5-tetraaril-tetra-hidrofurano. Os flavonoides foram isoorientina, luteolina, quercetina, 3-O-metilquercetina e rutina. Os compostos também foram avaliados quanto a atividade antioxidante no ensaio de eliminação de radicais de difenilpicrilidrazilo (DPPH).

Fiorentino et al. (2008) avaliaram a composição química e propriedades antioxidantes do extrato de metanol de raiz de *Carex distachya* Desf. (Cyperaceae) para usar esta planta como fontes de aditivos alimentares e nutracêuticos. O estudo fitoquímico do extrato da raiz levou ao isolamento e identificação de Polifenóis novos e conhecidos, a maioria comum de alimentos vegetais. Um total de 16 polifenóis, identificados com base em dados espectroscópicos como 7 lignanos, 4 feniletíóides, 3 resveratrol derivados, um monolignol e

um glucosídeo secoiridoid, foram isolados. A elucidação estrutural tentativa dos novos metabolitos 5'-O- -D-glucopiranosiloxi-3,3'-dimetoxi-7,9'-epoxilandina-4,8 ', 9-triol e 3,5-bis-O- -D-glucopiranosiloxi-3'-metoxi-trans-stilben-4'-ol foram realizados por uma combinação abordagem usando técnicas ESI / TQ / MS e experiências de RMN 1D e 2D.

Souza Filho et al. (2006) relata que o ácido gálico foi responsável pela atividade inibitória da germinação e desenvolvimento de malícia (*Mimosa pudica* L.) e mata-pasto (*Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby). O autor ainda afirma que a inibição esteve possivelmente associada a dois fatores: concentração e planta receptora e que essa resposta diferente foi atribuída à especificidade entre as plantas receptoras e o ácido gálico.

Além do mais, afirma também que o ácido gálico é descrito como um importante redutor da germinação de um grande número de plantas e que juntamente com o ácido elágico são considerados possíveis componentes alelopáticos sobre o desenvolvimento de plântulas de alface, onde a partir desses compostos foi evidenciando o aparecimento de plântulas anormais e redução do comprimento da parte aérea e da raiz (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Foram observados na análise dos extratos de *Baccharis trimera* Less, ácidos elágico e clorogênico, descritos como aleloquímicos capazes de inibir o desenvolvimento de outras espécies que não a produtora (ALVES et al., 1999). Ferreira; Aquila (2000) relata que ambas as substâncias são comuns em extratos de *Eucalyptus* spp.

Os flavonoides catequina, quercetina, quercetrina e rutina também são citados como compostos fitotóxicos com atividade alelopática (BENINGER; HALL, 2005).

Ácidos fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonoides, alcaloides, glicosídeos, taninos, quinonas complexas e derivados do ácido benzóico são os grupos mais comuns causadores do efeito alelopático (RIBEIRO et al., 2016).

4.4 Avaliação da atividade alelopática

O resultado da análise de variância indicou que a espécie receptora (alface), submetida aos extratos aquosos da parte aérea (PA) e da parte subterrânea (PS) de *C. distans* apresentaram efeito significativo para as variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento parte aérea (CPA) e comprimento parte subterrânea (CPS), com exceção do IVG e CPS de *C. laxus*. Resultado semelhante pode ser verificado nas espécies *C. rotundus* e *F. miliacea*. As concentrações do extrato para todas as espécies

estudadas, analisando o CPA e CPS, apresentaram significância, indicando desta forma que houve interferência das concentrações no crescimento das plântulas.

Observa-se ainda que em todas as variáveis analisadas nas quatro espécies estudadas foram apresentados efeitos significativos para a interação entre partes da planta x concentrações.

O resultado da análise de variância para a espécie receptora emilia, submetida aos extratos aquosos da parte aérea (PA) e da parte subterrânea (PS) mostra que apresentou efeito significativo para todas as variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento parte aérea (CPA) e comprimento parte subterrânea (CPS) apenas a espécie *C. rotundus*. *C. laxus* e *F. miliacea* não apresentou efeito significativo nas variáveis CPA e CPS, já *C. distans* apenas a variável CPS não mostrou diferença significativa. As concentrações do extrato para todas as espécies estudadas, analisando o CPA e CPS, apresentaram significância, indicando desta forma que houve interferência das concentrações no crescimento das plântulas. Este resultado é similar ao verificado nos ensaios com o alface.

Nota-se também que em *F. miliacea* apenas a variável CPA apresentou efeitos significativos para a interação entre partes da planta x concentrações.

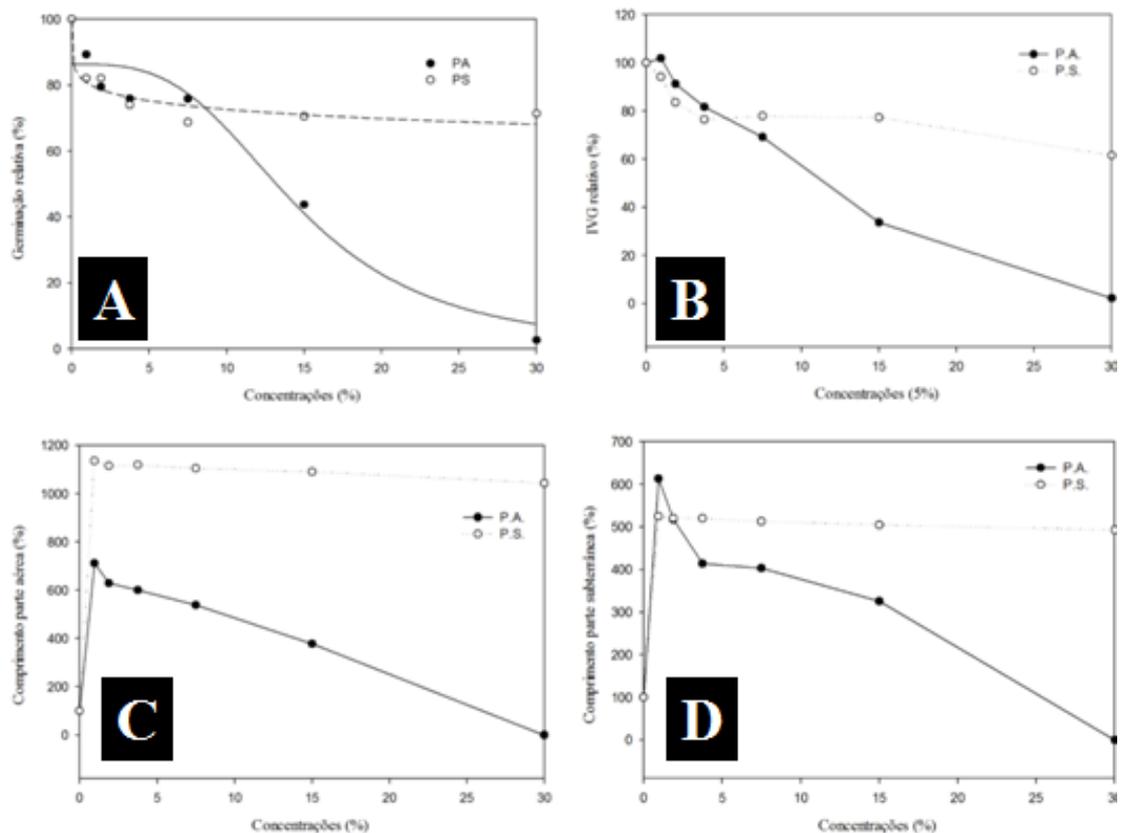
Resultados semelhantes podem ser observados em trabalhos que relatam interferência dos aleloquímicos no desenvolvimento inicial da parte aérea e da parte subterrânea das espécies receptoras (COELHO et al., 2011; KREMER et al., 2016; MAGIERO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; RIBEIRO et al., 2016).

Segundo Taiz; Zeiger (2013), se os metabólitos secundários liberados pela planta doadora estiverem em concentrações apropriadas e forem absorvidos e transportados até um sítio de ação, que cause efeito negativo ou positivo na espécie receptora, está ocorrendo o efeito alelopático. Afirmam ainda que pode ocorrer variação na absorção e transporte dos compostos devido às diferenças morfológicas e fisiológicas nas espécies receptoras.

De acordo com Oliveira et al. (2014), alface é considerada planta modelo para estes estudos apresentando germinação rápida, em aproximadamente 24 horas, possui o crescimento linear é insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e aos potenciais osmóticos das soluções. Diversos pesquisadores utilizam *L. sativa* L. (alface) em ensaios biológicos sobre alelopatia, como: Alves et al. (2004), Cansian et al. (2013), Giotto, A.C.; Oliveira, S.C.C.; Silva, J.G.P. (2007), Lemos et al. (2009), Maia et al. (2011), Nicolini, J.T.; Bido, G.S.; Zonetti, P.C. (2012), Oliveira et al. (2012a), Rosado et al. (2009), Tur; Borella; Pastorini (2010), entre outros.

Para a variável (G%) (Gráfico A), observa-se que o extrato aquoso da PA, mostrou-se superior ao extrato da PS. A CL_{50} para a PA ocorreu na concentração de 15%. No extrato da PS não foi possível determinar a CL_{50} . No gráfico B (IVG) novamente o extrato da PA apresentou o melhor resultado, com a CL_{50} na mesma concentração (15%). Para o CPA e CPS (Gráficos C e D), o extrato da PA obteve resultado mais significativo quanto ao efeito alelopático, estimulando o desenvolvimento das plântulas com as concentrações menores e interferindo no desenvolvimento a partir das maiores concentrações, enquanto que o extrato da PS não apresentou efeito alelopático significativo, mantendo-se estável em todas as concentrações (Figura 11).

Figura 11. Porcentagem de germinação (G%), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus distans* L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



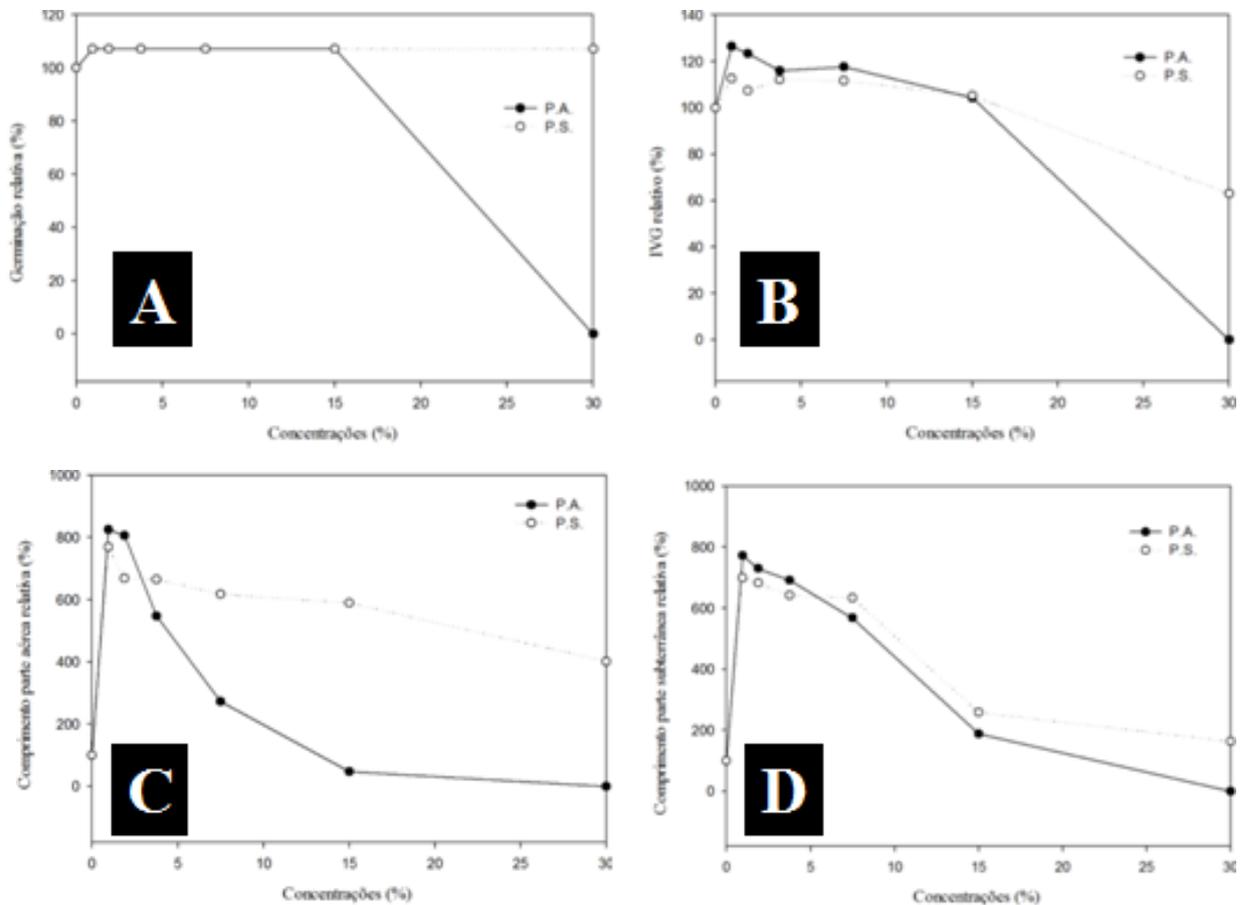
Normalmente o que se observa são extratos da raiz apresentando grande quantidade de metabólitos secundários com forte poder inibitório, pois a raiz é o principal local de entrada de nutrientes e água e, por se encontrar no solo, está mais suscetível ao ataque de microorganismos e aleloquímicos de outras plantas próximas (KHALIQ et al., 2013;

SILVEIRA et al., 2014). Porém o que se observa nos resultados a seguir são dados mostrando o extrato aquoso da P.A. das espécies estudadas com efeitos mais significativos, quando comparados aos extratos aquosos da P.S. Kremere et al. (2016) ainda afirma que além da alta concentração de aleloquímicos presente na raiz, pela intensa mobilização via xilema e floema, é possível observar também concentrações relativamente altas em outras partes da planta em estudo, como a parte aérea.

Concordando com esses dados, Ribeiro et al. (2016) observaram que o extrato aquoso da P.A. de *Pseudobrickellia brasiliensis* (Spreng.) R.M.King & H.Rob. alteraram os parâmetros de germinação e crescimento inicial de alface e tomate. Para esses autores, notadamente o extrato mais concentrado (4%), foi o que apresentou atividade alelopática. Magiero et al. (2009) analisaram a germinabilidade (G), velocidade média de germinação (V), tempo médio de germinação (t), comprimento da radícula (CR) e massa seca das plântulas. Os autores constataram que a elevação da concentração do extrato aquoso da parte aérea de *Artemisia annua* L. provocou redução na germinabilidade de alface e, a partir da concentração de 50%, a germinação foi completamente inibida.

O extrato aquoso de *C. laxus* na variável germinação e IVG, com relação a *C. distans* apresentou um efeito alelopático inferior, não sendo possível determinar a CL_{50} nas concentrações testadas. Os extratos PA e PS apresentaram resultados semelhantes (G%), mantendo-se estável com as concentrações iniciais, ocorrendo redução na germinação quando utilizou a maior concentração testada (30%) do extrato da PA. Para as variáveis CPA e CPS houve um desenvolvimento das plântulas com as primeiras concentrações, mostrando uma acentuada interferência alelopática a partir das concentrações maiores. O extrato da PA mostrou redução significativa com o aumento das concentrações, em ambas as variáveis, enquanto que o extrato da PS para a variável CPA manteve-se estável com o aumento das concentrações e para a variável CPS o resultado foi semelhante ao extrato da PA (**Figura 12**).

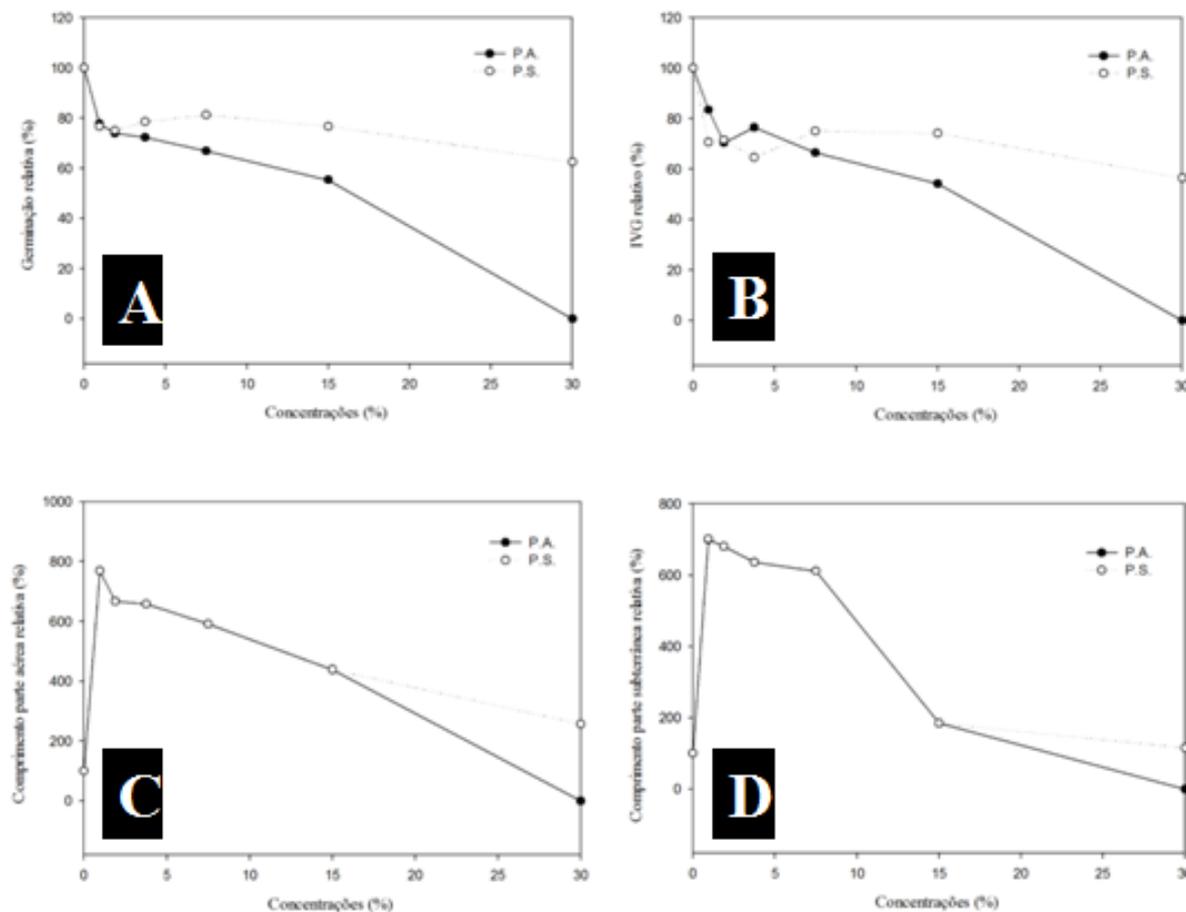
Figura 12. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus laxus* Lam. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



França et al. (2016) ao investigarem a ação do extrato bruto aquoso da folha do pequi (*Caryocar brasiliense* C.) na germinação de sementes de *L. sativa* L. em diferentes concentrações, constataram que a concentração de 10% teve ao final do período experimental, maior índice de germinação em relação às demais concentrações, que no final do 4º dia 100% das sementes havia germinado. Nota-se um atraso de germinação no 3º tratamento (Testemunha) comparando com o tratamento 10% nos primeiros 3 dias, isso mostra a ação direta de compostos fitoquímicos na indução da germinação. A parte aérea de *Mimosa tenuiflora* e *Achyrocline satureioides* exerceram efeitos fitotóxicos negativos sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface, segundo Oliveira et al. (2014).

Para as variáveis (G%) e IVG os extratos da PA e PS apresentaram resultados semelhantes mostrando redução expressiva com o aumento das concentrações, principalmente para o extrato da PA, revelando a CL_{50} em *C. rotundus* na concentração 15% coincidindo com *C. distans*. Não foi possível determinar a CL_{50} para o extrato aquoso da PS (**Figura 13**). Resultados semelhantes também puderam ser observados ao analisar o efeito dos extratos da PA e PS, onde no início das concentrações apresentou um leve desenvolvimento das plântulas, para logo em seguida apresentar um efeito alelopático significativo com o aumento das concentrações. So foi possível determinar a CL_{50} para a variável CPS a partir da concentração de 15% (**Figura 13**).

Figura 13. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



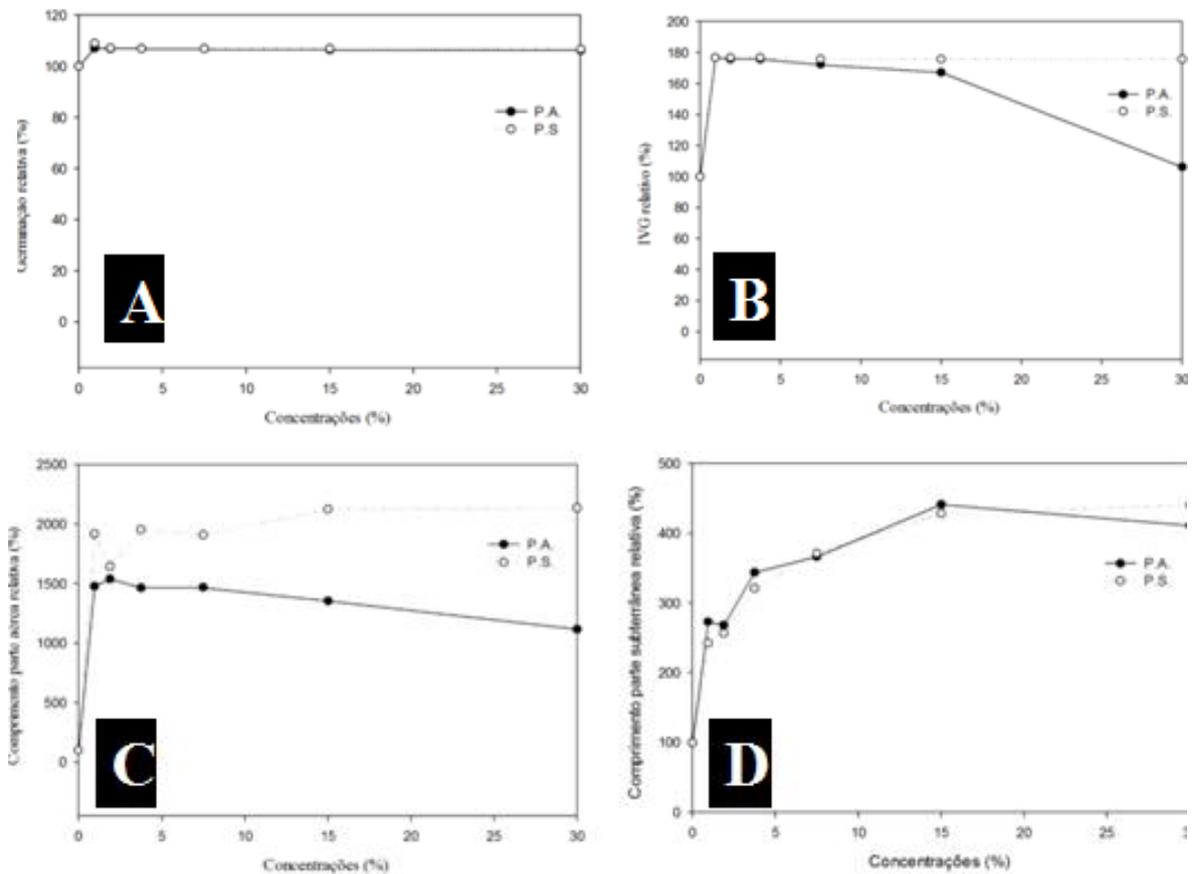
Kremer et al. (2016) observaram que nas maiores concentrações (20 e 40%) de extrato tanto das folhas quanto da raiz prejudicaram a germinação das sementes de alface em seus estudos, corroborando com os dados do presente trabalho onde as variáveis analisadas foram mais afetadas com o aumento das concentrações. As folhas e raízes são os órgãos da planta mais ativas metabolicamente. Possivelmente por esse motivo, estas apresentem maior diversidade e quantidade de aleloquímicos. Aires et al. (2005) trabalhando com *Solanum lycocarpum* L. também observaram resultados semelhantes, onde o extrato radicular provocou um efeito inibitório mais acentuado em altas concentrações.

Os extratos aquosos de folhas e raízes de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L) reduziram a porcentagem, a velocidade, o índice de velocidade de germinação e o comprimento radicular de sementes de alface, sendo maior o efeito nos tratamentos com folhas. No entanto, extratos de folhas e raiz 10% causaram atraso no processo germinativo e no número de plântulas germinadas por dia, sendo o extrato de folha 10% mais ativo (WANDSCHEER; PASTORINI, 2008).

Para Knox; Jaggi; Paul (2010) o conceito de alelopatia envolve efeitos de prejuízos, mas também de estímulos. Corroborando com os dados do trabalho, onde houve estímulo das variáveis CPA e CPS, já a partir da menor concentração testada, Kremer et al. (2016) também demonstram resultados semelhantes.

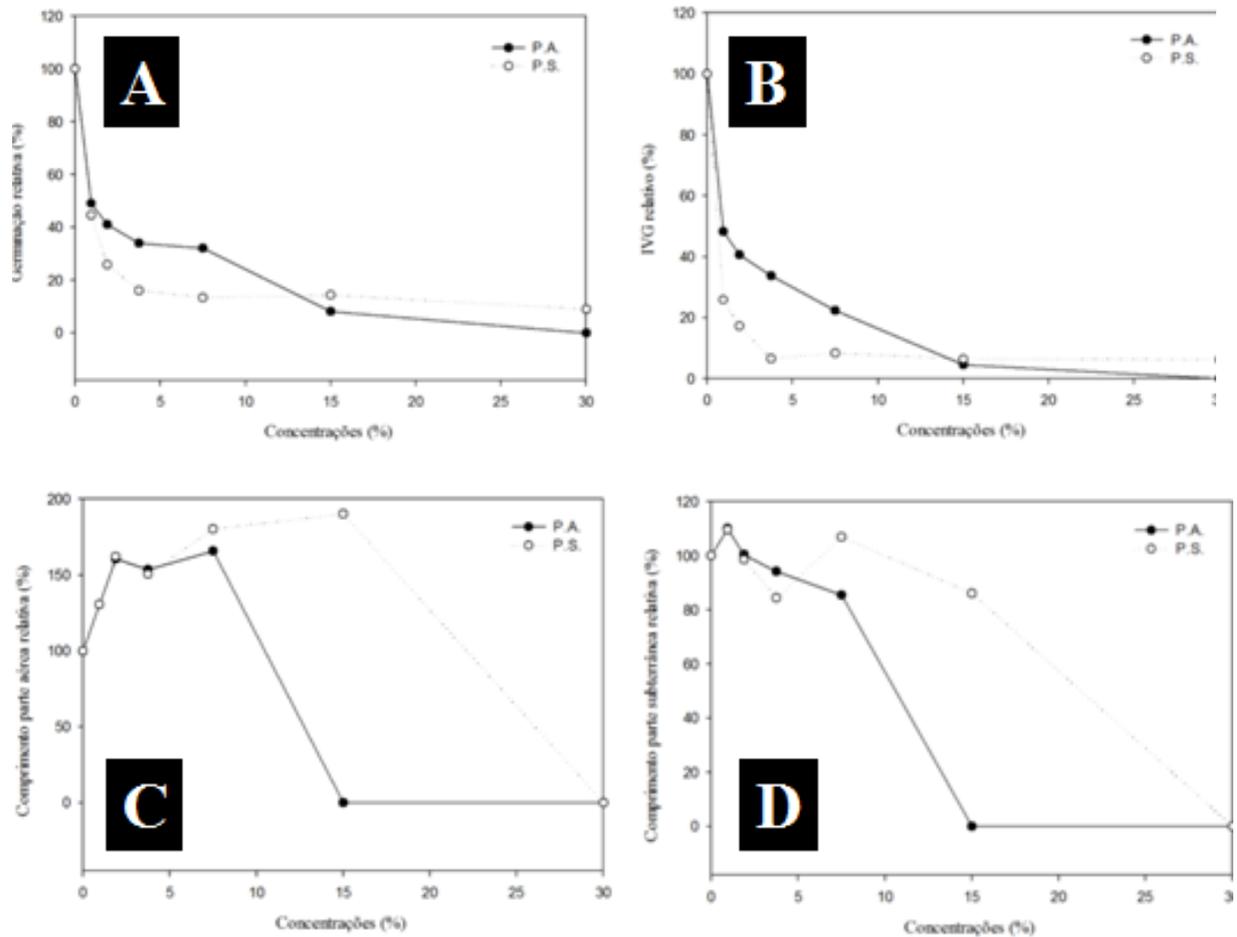
A espécie *F. miliacea* apresentou um efeito alelopático inferior as espécies *C. distans*, *C. laxus* e *C. rotundus*. Na variável (G%) não foi possível determinar a CL_{50} e não houve diferença significativa entre os tratamentos (PA e PS). Na variável IVG novamente não foi possível determinar a CL_{50} e só houve resultado significativo com o extrato aquoso da PA na maior concentração testada. Para as variáveis CPA e CPS em ambos os extratos (PA e PS) houve um estímulo inicial nas primeiras concentrações, mantendo-se estável com o aumento das concentrações, exceto para o extrato da PA na variável CPA, onde ocorreu um leve declínio no seu desenvolvimento na maior concentração testada (30%) (**Figura 14**).

Figura 14. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) do alface em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



Não houve diferença significativa entre os extratos aquosos de PA e PS para as variáveis (G%) e IVG, não havendo CL_{50} . Houve redução da germinação e IVG na concentração de 15 e 30%, não ocorrendo diferença entre as duas concentrações. Esta espécie mostrou efeito alelopático no alface com o extrato aquoso da PA, no entanto, para a espécie receptora emilia o extrato da PA e PS não diferiram. Para as variáveis CPA e CPS os extratos da PA e PS estimularam o desenvolvimento da espécie receptora (emilia) nas primeiras concentrações, reduziram significativamente o seu desenvolvimento nas maiores concentrações (15 e 30%). Essas concentrações obtiveram o melhor resultado, não diferindo entre si (**Figura 15**).

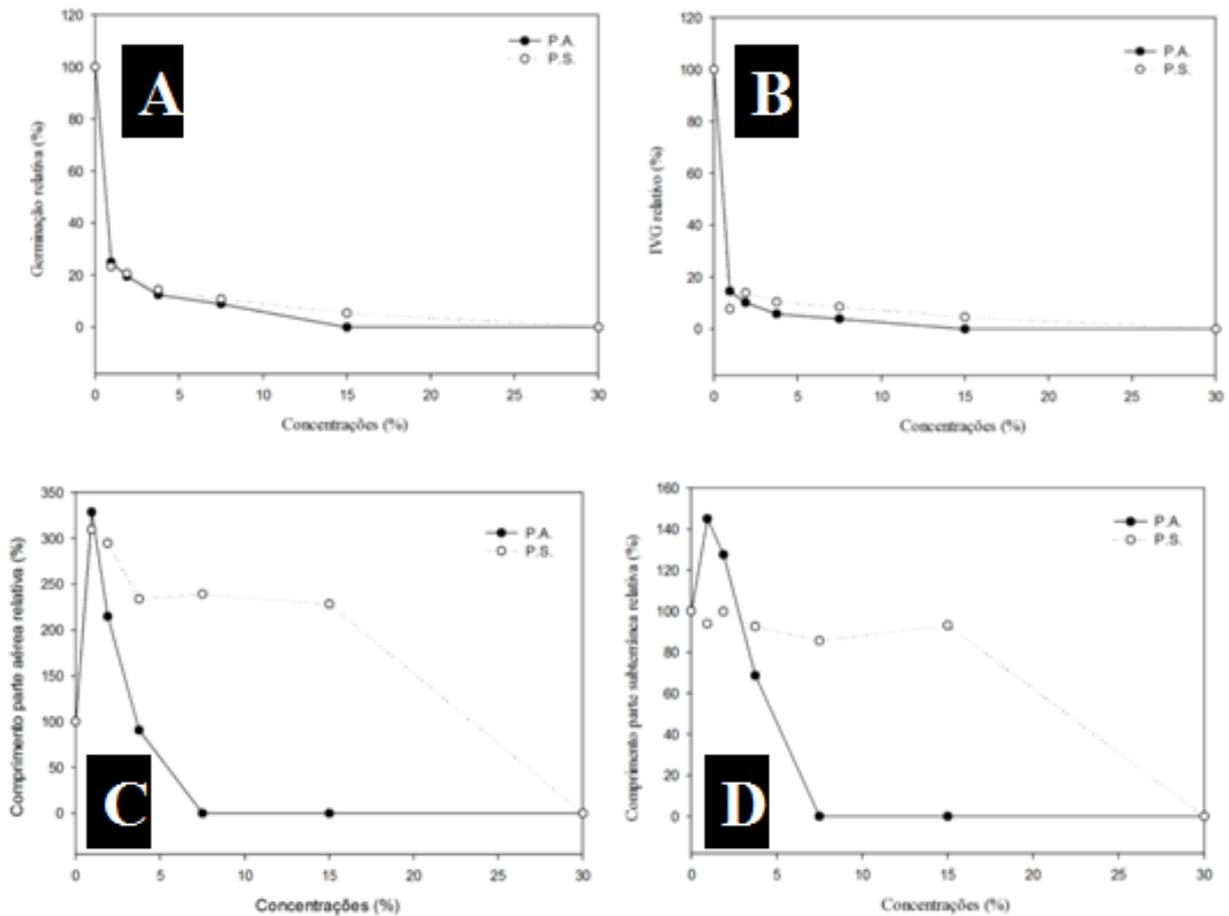
Figura 15. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus distans* L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



Resultados semelhantes puderam ser observado por Nascimento et al. (2016) ao investigarem o potencial alelopático de folhas de *Morus nigra* L. sobre alface (*L. sativa* L.). Os autores não observaram diferença significativa, para as diferentes concentrações do extrato aquoso de folha de amora, em nenhum dos parâmetros avaliados para os diásporos de alface.

Nos gráficos A e B observa-se que não houve efeito alelopático significativo de *C. laxus* para emilia. Em todas as concentrações e nos dois extratos testados. O extrato aquoso da PA reduziu o desenvolvimento da emilia na concentração 7,5% não diferindo das concentrações 15 e 30% (Figura 16).

Figura 16. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus laxus* Lam. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).

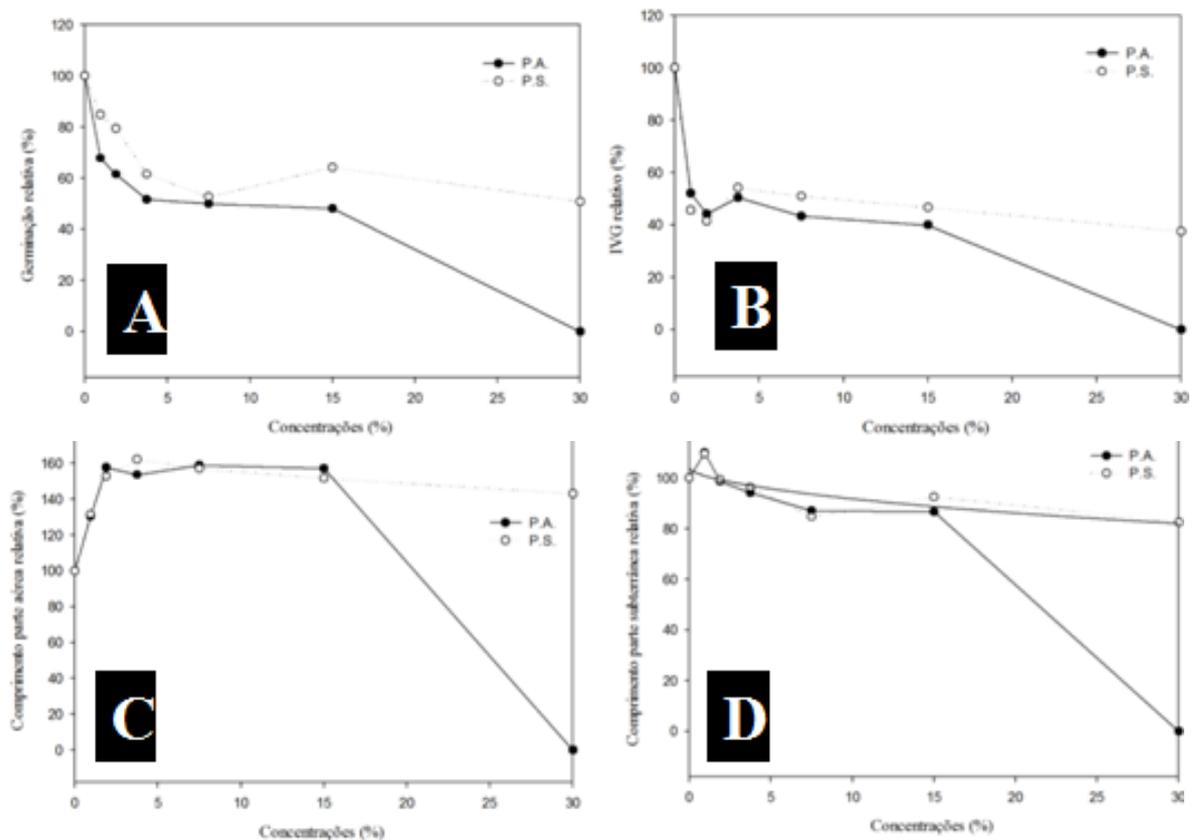


Souto et al. (2015) também relataram que não houve efeito do extrato aquoso de folhas frescas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sobre as medidas de crescimento, percentagem de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes de alface. Paula et al. (2015) afirmam que não foi observada nenhuma interferência das amostras sobre a percentagem de germinação e massa seca de alface (*L. sativa* L.) e cebola (*Allium cepa* L.)

A espécie *C. rotundus* apresentou efeito alelopático nos dois extratos (PA e PS) testados. No entanto com o extrato aquoso da PA foi possível determinar a CL_{50} quando utilizou a concentração de 15% reduzindo 50% da germinação. No gráfico B a PA e PS reduziram a velocidade de germinação em 50% mas não houve diferença entre os extratos testados nesta concentração. O melhor resultado foi obtido na concentração de 30% com o

extrato da PA. No gráfico C o extrato da PA estimulou o desenvolvimento do CPA e CPS nas concentrações (0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15%) e quando utilizou-se a concentração de 30% houve a redução total no desenvolvimento (CPA e CPS). No gráfico D não houve resultados nos dois extratos testados nas concentrações (0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15) e 30% para PS. Quando utilizou o extrato de PA na concentração de 30% houve redução significativa no CPA (**Figura 17**).

Figura 17. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emília em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



Avaliando o efeito alelopático do extrato aquoso de folha de Pinhão manso sobre a germinação e desenvolvimento inicial de alface, Lemos et al. (2009) confirmaram que o

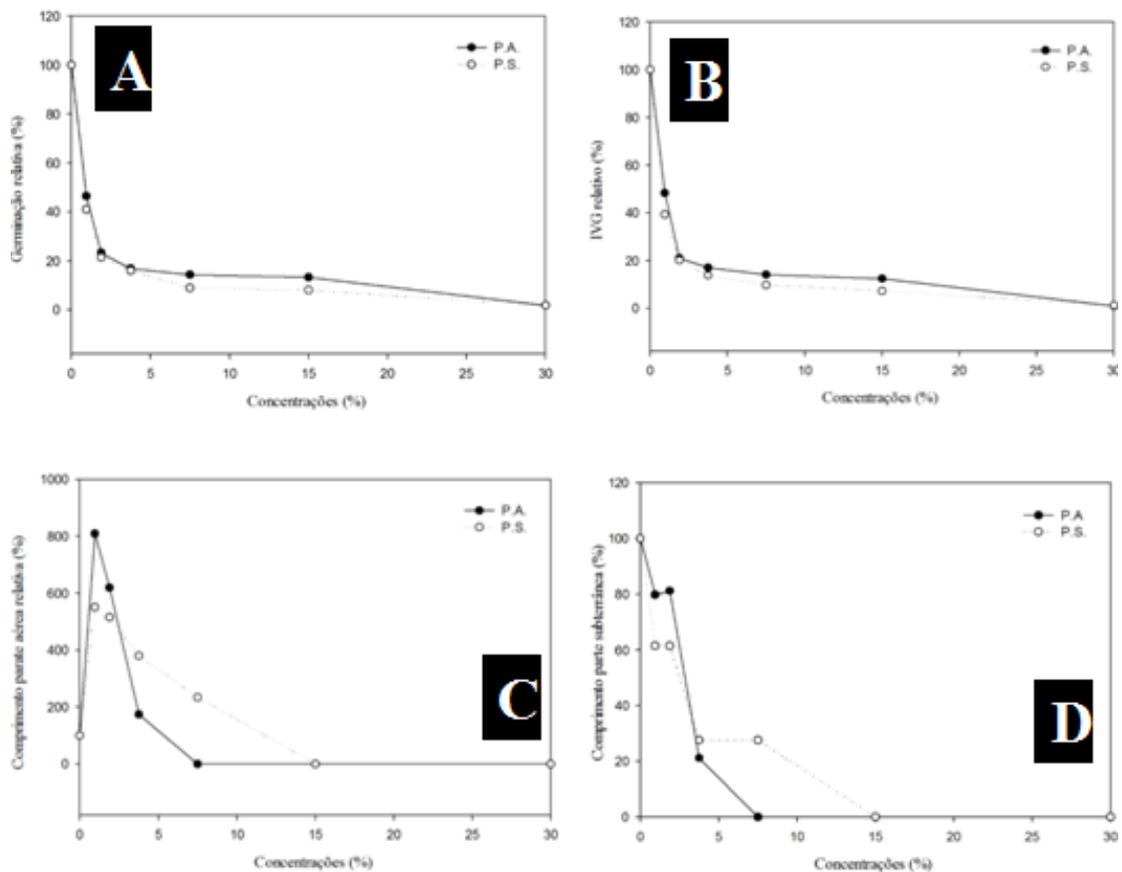
extrato de folhas de pinhão manso apresentou efeitos inibitórios no desenvolvimento radicular e na germinação das sementes de alface nas condições experimentais adotadas.

Haida et al. (2010) ao avaliarem os efeitos alelopáticos da parte aérea de *Achillea millefolium* L. sobre *Lactuca sativa* L., de maneira geral, constataram que os extratos aquosos mostraram forte efeito inibidor no desenvolvimento das plântulas de alface.

Nicoline et al. (2012) ao avaliarem possíveis efeitos alelopáticos do extrato aquoso da folha e do fruto seco de maracujazeiro sobre a germinação de sementes e crescimento de plântulas de alface, constataram que ambos os extratos estimularam o crescimento da parte aérea das plântulas. Sendo assim, Knox et al. (2010) afirmam que os compostos secundários das plantas podem ser continuamente sintetizados e degradados nas células, com finalidades específicas, que podem entre outras, promover o acúmulo de substâncias, causando uma ação estimulatória, até certa concentração e, a partir daí, novamente provocar efeitos deletérios.

A espécie *F. miliacea* não apresentou efeito alelopático significativo na espécie receptora (emilia) avaliada. Não houve diferença entre os extratos testados nas variáveis (G%) e IVG. No gráfico C observa-se que os extratos testados nas concentrações (0,94; 1,87; 3,75%) estimulou o desenvolvimento da CPA, ocorrendo redução do desenvolvimento nas concentrações (7,5; 15 e 30%) não tendo diferenças entre as concentrações. O extrato da PA e PS reduziu o desenvolvimento da CPS em 20%, quando foi utilizado a concentração 3,75%, não ocorrendo diferença entre os extratos. Nas concentrações de 7,5; 15 e 30% houve redução total no desenvolvimento do CPS, não ocorrendo diferença entre as concentrações (**Figura 18**).

Figura 18. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento da parte aérea (CPA) e Comprimento da parte subterrânea (CPS) de emilia em função do tratamento (PA e PS) e das concentrações crescentes do extrato aquoso de *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl (0; 0,94; 1,87; 3,75; 7,5; 15; 30).



Resultados semelhantes podem ser vistos na pesquisa de Oliveira et al. (2012a) onde ao avaliarem o efeito alelopático do extrato aquoso de sementes, flores e cascas de mulungu na germinação e desenvolvimento de plântulas de alface cv. Mônica SF FI, constataram que os extratos obtidos de sementes, independente da temperatura de extração reduziram a porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface e afetaram o desenvolvimento das plântulas. Os demais extratos não afetaram a germinação, mas causaram o aparecimento de plântulas anormais e mortas. Os extratos aquosos de sementes de mulungu têm potencial alelopático sobre as sementes de alface cv. Mônica SF FI.

Além desses resultados, Nascimento et al. (2016) investigaram o potencial alelopático de folhas de *Morus nigra* L. sobre alface (*L. sativa* L.), bem como, avaliaram seu

efeito sobre *Cedrela fissilis* Vell. e *Schinus terebinthifolius* R., duas espécies arbóreas nativas e chegaram a conclusão de que não foi observada diferença significativa, para as diferentes concentrações do extrato aquoso de folha de amora, em nenhum dos parâmetros avaliados para os diásporos de alface e para as espécies nativas, corroborando com os dados do presente trabalho.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados esperados, as espécies doadoras apresentaram potencial alelopático.

Os extratos da parte aérea (PA) das espécies doadoras foram os que obtiveram melhores resultados comparados aos extratos da parte subterrânea (PS) nos bioensaios com as espécies receptoras (alface e emilia) confirmando interferência alelopática nas variáveis analisadas, onde *Cyperus distans* e *Cyperus rotundus* foram as espécies que apresentaram melhores resultados na concentração de 15%.

As espécies de Cyperaceae contém ácidos fenólicos (ácido clorogênico, ácido gálico), flavonoides (apigenina, acacetina, crisina, luteolina, rutina), alcaloides e triterpenoides, aleloquímicos que podem estar relacionados com a atividade alelopática das espécies estudadas.

6 REFERÊNCIAS

- AIRES, S.S.; FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Efeitos alelopáticos de folhas e frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) em solo sob três temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, p.339-344, 2005.
- ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta na biologia do solo. **A Granja**, São Paulo, v. 4, n. 451, p. 52-67, 1985.
- ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B.; GUSMAN, A.B. Allelopathic potential of *Eucalyptus* spp. In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update**. Enfield, Science Pub., v.2, p.131-148. 1999.
- ALVES, M.C.S., MEDEIROS FILHO, S., INNECCO, R., TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 39, p.1083-1086, 2004.
- ALVES, M.; ARAÚJO, A.C.; PRATA, A.P.; VITTA, F.; HEFLER, S.; TREVISAN, R.; GIL, A.S.B.; MARTINS, S.; THOMAS, W. DIVERSITY OF CYPERACEAE IN BRAZIL. **Rodriguésia** v. 60, n. 4, p.771-782, 2009.
- AMSTALDEN, F.; BRUSANTIN, L.V. DIAS, A. C. R. CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo Químico de *Cyperus rotunduse Digitaria* Spp. em áreas comerciais de Produção de Cana-de-Açúcar. **Nucleus**, Edição Especial, p. 102-110, 2008.
- ANAYA, A.L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. **CRC Crit. Rev. Plant. Sci.**, Boca Raton, v. 18, n. 6, p. 697-739, 1999.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- AZEVEDO, L.F.P.; FARIA, T.S.A.; PESSANHA, F.F.; ARAUJO, M.F.; LEMOS, G.C.S. Triagem fitoquímica e atividade antioxidante de *Costus spicatus* (Jacq.) S.w. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.16, n.2, p.209-215, 2014.
- BALL, G.F.M. **Vitamins in foods: Analysis, bioavailability, and stability**, CRC Press, Boca Raton, 2006, 785p.

- BARBOSA, J.S. **Flavonoides de *Barbacenia blanchetii* (velloziaceae) e avaliação do efeito inibitório sobre butirilcolinesterase.** 70f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana. 2012.
- BARROSO, A. A. M. et al. Interferência entre espécie de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.609-616, 2010.
- BATISTA, J.A.; BOTREL, P.P.; FIGUEIREDO, F.C. Efeito do extrato de tiririca e bioestimulante no enraizamento de estacas de *Hyptis marrubioides* Epl. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 91-99, jun. 2015.
- BEHLING, E.B.; SENDÃO, M.C.; FRANCESCATO, H.D.C.; ANTUNES, L.M.G.; BIANCHI, M.L.P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BENINGER, C.W.; HALL, J.C. Allelopathic activity of luteolin 7-O- β -glucuronide isolated from *Chrysanthemum morifolium* L. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.33, p.103–111, 2005.
- BEZERRA, A.N.S.; OLIVEIRA, R.B.; MOURÃO, R.H.V. *Psittacanthus plagiophyllus* Eichl. (Loranthaceae): Perfil fitoquímico, efeito gastroprotetor e toxicidade aguda. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 95-219, Abr-Jun 2016.
- BORGES, K. N.; BAUTISTA, H. P. Etnobotânica de Plantas medicinais na Comunidade de Cordoaria, Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. **Plurais**, Salvador, v. 1, n. 2, p. 153-174, maio/ago. 2010.
- BUCHANAN B. B.,GRUISSEM W., JONES R.L., *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant Physiologists, 3ª ed., 2001.
- BORELLA, J.; TUR, C. M.; PASTORINI, L. H. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de *Rollinia sylvatica* sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 16, n. 2, p. 94-101, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA. 2009, 365 p.
- BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism and Nutritional Significance. **Nutr. Rev.**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

CABRAL, C.; PITA, J.R. Ciclo de Exposições: Temas de Saúde, Farmácia e Sociedade. Catálogo. Alcaloides – Relevância na Farmácia e no Medicamento. Coimbra Edição: Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX (CEIS 20) – Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia, 2015. Pantone 4.

CANSIAN, F. C.; LIMA, C. P.de; ZORTÉA, F. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Potencial alelopático de *Tynanthus micranthus* Corr. Mello ex. Schum. (Bignoniaceae) sobre diásporos de *Lactuca sativa* L. **Ver Ciênc Farm Básica Apl.**, v. 34, n. 1, p. 137-140, 2013.

ÂCANADANOVIĆ-BRUNET, J. M. et al. Radical scavenging and antimicrobial activity of horsetail (*Equisetum arvense* L.) extracts. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 269–278, 2009.

CASTELLANI, D.C.; DOMENICO, C.I.; RONCOLETTA, L.M.A.; SILVA, A.C.; TOZAKI R.M.; OLIVEIRA, D.H. Coeficientes técnicos de produção da pripioca (*Cyperus articulatus* L.) em sistema orgânico, na região de Belém (PA). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, especial, p.606-611, 2011.

CATUNDA, M.G.; SOUZA, C.L.M.; MORAIS, V.; CARVALHO, G.J.A.; FREITAS, S.P. Efeitos de extratos aquosos de tiririca sobre a germinação de alface, pimentão e jiló e sobre a divisão celular na radícula de alface. **Revista Ceres**, v. 49, p. 1-11, 2002.

CHON, S.U. Allelopathic and autotoxic effects of alfalfa plant and soil extracts. **Korean Journal of Crop Science**, v.49, n.1, p.7-11, 2004.

CHIARADIA, M. C.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. O estado da arte da cromatografia associada à espectrometria de massas acoplada à espectrometria de massas na análise de compostos tóxicos em alimentos. **Quim. Nova**, v. 31, n. 3, p. 623-636, 2008.

COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; OLIVEIRA, A.K.; DIÓGENES. F.E.P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, v.29, p. 108-111. 2011.

COELHO, F.M., OLIVEIRA, S.G., BALIZA, D.P., CAMPOS, A. N.R. Efeito de extratos de plantas espontâneas na germinação e no crescimento inicial do feijão comum. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n.2, p. 185-192, 2014.

CORREIA S. J., DAVID J. M., Metabólitos secundários de espécies de *Ana cardiaceae*; *Quim. Nova, Revisão*, v. 29, p. 1287-1300, 2006.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. M.; DA SILVA, E. P.; DAVID, J. P.; LOPES, L. M. X.; GUEDES, L. M. S. Flavonoides, norisoprenóides e outros terpenos das Folhas de *Tapirira guianensis*. **Química Nova**. v. 31, n. 8, p. 2056-2059, 2008.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; CAMARGO, M. P. de; FEIDEN, A. Principais plantas com potencial alelopático encontradas nos sistemas agrícolas brasileiros. **Acta Iguazu, Cascavel**, v. 2, Suplemento, p. 70-88, 2013.

DE MARTINO, L.; NAZZARO, F.; MANCINI, E.; DE FEO, V. In: PREEDY, V. R.; WATSON, R. R. (ed). 1º Ed. *Essencial oils from Mediterranean Aromatic Plants. The Mediterranean Diet: An Evidence-Based Approach*. Londres: Elsevier. Chap. V. 58, p. 649-661, 2014.

DEUS-NEUMANN, B.; STOCKIGT, J.; ZENK, M.H. Radio immunoassay for the quantitative determination of catharanthine. **Planta Medica** v. 53, p. 184-188, 1987.

DINIZ, N.B.; SILVA, R. R.; SILVA, M. de J. de S.; SARDINHA, D. H.S. **Alelopatia de extrato seco de xanana (*Turnera ulmifolia* L.) na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão**. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011.

DVORA, H., KOFFAS, M.A.G. In: McNeil, B.; Archer, D.; Giavasis, I.; Harvey, L.. (ed). 1º Ed. *Microbial production of flavonoids and terpenoids. Microbial Production of Food Ingredients, Enzymes and Nutraceuticals*. **Cambridge: Elsevier**. Chap. v. 10, p. 234-261, 2013.

ESPINOSA, R.Z.; BIDO, G.S.; COSTA, T.R. Atividade alelopática de extrato aquoso de eucalipto sobre alface e plantas daninhas. IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar 03 a 06 de novembro de 2015 Maringá – Paraná – Brasil.

ELLIS, B.E. Metabolism of defence and communication. In *Plant Metabolism*, ed. D.T.Dennis, D.H. Turpin, D.D. Lefebvre and D.B. Layzell, **Addison Wesley Langman**, England, p. 148-160, 1998.

EINHELLIG, F. A. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: MACIAS, F. A. et al. (Eds.). **Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals**. Boca Raton: CRC. p. 217-238, 2004.

EVANGELISTA, L.C.; BRITO, M.F.F.; SOUZA, N.C.C.; PINHEIRO, R.J.J.; MOURA, I.R.; SILVA, M.J.M. Prospecção fitoquímica do extrato aquoso e hexânico das folhas da *Lavandula officinalis*. **VII CONNEPI**©2012.

FANTI, F.P. **Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. (Verbenaceae)**. 69f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, programa de Pós-Graduação em Botânica. 2008.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Quím. nova esc.** – São Paulo-SP, BR. v. 39, n. 2, p. 120-130, MAIO 2017.

FERNANDES, H. S.; MARTINS, S. R. Cultivo protegido em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n.200/2001, p. 56-63, 1999.

FERRÃO, B.H.; MOLINARI, R.F.; TEIXEIRA, M.B.; MARTINS, C.M.; REIS, K.R.P.; CARVALHO, G.D.; CARVALHO, C.A. Prospecção fitoquímica, potencial anti-helmíntico e análise toxicológica de Macaé (*L. sibiricus* L.). **Rev. Bras. Farm.**, v. 93, n. 3, p. 353-358, 2012.

FERREIRA, E. B. **Avaliação da Composição Química e Atividades Biológicas de Sete Espécies de Plantas Cultivadas no Nordeste do Brasil**. 105f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará, 2012.

FERREIRA, G.F.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, p.175-204, 2000.

FERREIRA, P.M.A.; EGGERS, L.; Espécies de Cyperaceae do Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata, município de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Acta. bot.bras**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, 2008.

FIORENTINO, A.; RICCI, A.; D'ABROSCA, B.; PACIFICO, S.; GOLINO, A.; LETIZIA, M.; PICCOLELLA, S.; MONACO, P. Potential Food Additives from *Carex distachya* Roots: Identification and in Vitro Antioxidant Properties. **J. Agric. Food Chem.**, v. 56, n. 17, 2008.

- FIORINZA, M.; DOTTO, D.B.; BOLIGON, A.A.; BOLIGON, A.A.; ATHAYDE, M.L.; VESTENA, S. Análise fitoquímica e atividade alelopática de extratos de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 71, n. 2, p. 193-200, 31 de agosto de 2016.
- FRANÇA, A.L.; ALMEIDA, V.F.; SOUZA, A.L.M.; SILVEIRA, A.C.A.; MATRANGOLO, F.S.V. Efeito alelopático do extrato verde aquoso de folhas de *Caryocar brasiliense* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. **Seminário de iniciação científica**, 5, 2016, Montes Claros. Eventos do ifnmg, Montes Claros. Anais, 2016.
- FRISCHKNECHT, P.M.; BÄTTIG, M.; BAUMANN, T.W. Effect of drought and wounding stress on indole alkaloid formation in *Catharanthus roseus*. **Phytochemistry** v. 26, n. 707-710, 1987.
- FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R.A.C.; MACHADO, M.F.P.S.; VIDOTI, G.J.; OLIVEIRA, A.J.B. Produção de Metabólitos Secundários em Cultura de Células e Tecido de Plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Maringá, v. 18, n. 4, p. 627-641, Outubro/Dezembro, 2008.
- GABOR WE & VEATCH C. Isolation of phytotoxin from quackgrass (*Agropyron repens*) rhizomes. **Weed Science** v. 29, p.155-159, 1981.
- GALATI, G.; SABZEVARI, O.; WILSON, J. X. ; O'BRIEN, P.J. Prooxidant activity and cellular effects of the phenoxyl radicals of dietary flavonoids and other polyphenolics. **Toxicology**, Amsterdam, v. 177, p.91- 104, 2002.
- GAZIRI, L.R.B; CARVALHO, R.I.N. Efeito Alelopático de carqueja, confrei mil-folhas sobre o desenvolvimento da tiririca. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2009.
- GIOTTO, A. C.; OLIVEIRA, S.C.C.; SILVA, J. G. P. Efeito Alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg. (Myrtaceae) na Germinação e no Crescimento de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 600-602, jul. 2007.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

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

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

GONÇALVES, J.S.; SOBRAL, M.; MANSANARES, M. E.; DOMINGOS, D. Q.; CAVALCANTI, B. C. M. O gênero *Rhynchospora* (Cyperaceae: Rhynchosporeae) no município de lavras, minas gerais. **64º Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013**.

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.** Maringá, v. 30, n. 2, 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**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 66, n. 1, p. 87 - 98, julho 2011.

GUSMAN, G.S.; YAMAGUSHI, M.Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Pilocarpus pennatifolius* Lemaire sobre a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de espécies cultivadas. **Acta Ambiental Catarinense** v. 12, n. 1/2, p. 1-11, 2015.

Haida, K. S.; COELHO, S. R. M.; COSTA, J. H.; VIECELLI, C. A.; ALEKCEVETCH, J. C.; BARTH, E.F. Efeito Alelopático de *Achillea millefolium* L. Sobre Sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.3, n.1, p. 101-109, jan./abr. 2010.

HAVSTEEN, B.N. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. **Pharmacol. Therapeut.**, v.96, p.67-202, 2002.

HEFLER, Sonia Marisa. Novidades taxonômicas em espécies de *Cyperus* subg. *Cyperus* (Cyperaceae). **Rodriguésia** v. 61(Sup.): p. S07-S14. 2010.

HEFLER, S. M.; LONGHI-WAGNER, H. M. *Cyperus* L. subg. *Cyperus* (Cyperaceae) na Região Sul do Brasil. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 327-372, jul./set. 2012.

HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **J. Nutr. Biochem.**, v.13, p. 572-584, 2002.

HISTER, C.A.L.; PASQUALLI, M.; TRAPP, K.C.; STEFANELLO, R.; BOLIGON, A.A.; CAMPOS, M.M.A.; TEDESCO, S.B. Atividade antiproliferativa e determinação dos compostos fenólicos de extratos aquosos de amoreira-preta (*Rubus* sp.) pelo sistema teste *in vivo* de *Allium cepa* L. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 15, n.1, p. 43-48, jan./mar. 2017.

HRUSKA, A.F.; DIRR, M.A.; POKORNY, F.A. Investigation of anthocyanic pigments and substances inhibitory to seed germination in the fruit pulp of *Liriopemuscari*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, p.468-73, 1982.

JAISSWAL, Y.; LIANG, Z.; GUO, P.; HO, H.; CHEN, H; ZHAO, Z. Tissue-Specific Metabolite Profiling of *Cyperus rotundus* L. Rhizomes and (+)-Nootkatone Quantitation by Laser Microdissection, Ultra-High-Performance Liquid Chromatography–Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry, and Gas Chromatography–Mass Spectrometry Techniques. American Chemical Society. dx.doi.org/10.1021/jf502494z | **J. Agric. Food Chem.** V. 62, p. 7302–7316, 2014.

JEBASINGH, D.; JACKSON, D.D.; VENKATARAMAN, S.; EMERALD, B.S. Physicochemical and toxicological studies of the medicinal plant *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae). **Internacional Journal of Applied Research in Natural Products.**, v. 5, n. 4, p. 1-8, 2013.

KANDASWAMI, C.; MIDDLETON, E.JR. Free radical scavenging and antioxidant activity of plants flavonoids. **Adv. Exp. Med. Biol.**, New York, v. 366, p. 351-376, 1994.

KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; KHAN, M.B.; TANVEER, A. Differential suppression of rice weeds by allelopathic plant aqueous extracts. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.2128, 2013.

KING, A, YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **J Am Diet Assoc.** v. 50, n. 2, p. 213-8, 1999.

KNOX, J.; JAGGI, D.; PAUL, M.S. Evaluation of allelopathic plant species on *Parthenium hysterophorus*. **Egyptian Journal of Biology**, Cairo, v.12, n.1, p.57-64, 2010.

KREMER, T.C.B.; YAMASHITA, O.M.; FELITO, R.A.; FERREIRA, A.C.T.; ARAÚJO, C.F. Atividade alelopática de extrato aquoso de *Croton glandulosus* L. na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 890-898, jan./jul. 2016

KUKRIĆ, Z. et al. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of *Equisetum arvense* L. **Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly**, v. 19, n. 1, p. 37–43, 2013.

KUNZ, K. D.; FICAGNA, T.; VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C. Alelopatia de extratos de crambe sobre sementes de milho. **Cascavel**, v.5, n.4, p.63-71, 2012.

LABOURIAU, L.F.G. A germinação das sementes. Departamento de Assuntos Científicos e Tecnológicos da Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington, pp.174, 1983.

LANDO, A.P.; DORIGON, E.B. Emissão de brotos em germinação de *Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride, com a utilização de extratos de *Cyperus rotundus* L. e *Saintpaulia ionantha* Wendl. Para uso em miniestaquia. **Unoesc & Ciência – ACBS**, Joaçaba, v. 3, n. 1, p. 47-56, jan./jun. 2012

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, Artes e Textos, 2000. 531p.

LAYNEZ-GARSABA, J. A.; MÉNDEZ-NATERA, J. R. Efectos de extractos acuosos de La maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031 **Rev. peru. biol.** v. 14, n.1, p. 055- 060, Agosto, 2007.

LEE, S.J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K.G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chem.** V. 91, n.1, p. 131-7, 2005.

LEMO, J. M.; MEINERZ, C. C.; BERTUOL, P.; CORTEZE, O.; GUIMARÃES, V. F. Efeito Alelopático do Extrato Aquoso de Folha de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) sobre a Germinação e Desenvolvimento Inicial de Alface (*Lactuca sativa* cv. Grand Rapids). **Rev. Bras. De Agroecologia/nov.** v. 4, n. 2, 2009.

LI, L.; HENRY, G.E.; SEERAM, N.P. Identification and Bioactivities of Resveratrol Oligomers and Flavonoids from *Carex folliculata* Seeds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 57, n. 16, 2009.

LIM, Y.Y.; QUAH, E.P.L. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. **Food Chemistry.** v. 103, n. 3, p. 734-740, 2007.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2008. 440 p.

LOPES, A.J.O. **Estudo computacional da interação de terpenos com acetilcolinesterase de *Rhipicephalus microplus* e potenciais novos candidatos a carrapaticidas.** 82f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. 2015.

LUCENA, R. F. P.; SOARES, T. da C.; NETO, C. F. A. de V.; CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, C. M. de; ALVES, R. R. da N. Uso de Recursos Vegetais da Caatinga em uma Comunidade Rural no Curimataú Paraibano (Nordeste Do Brasil). **Polibotânica**, n. 34, p. 217-238, Agosto, 2012.

LUGO, Y. O. **Estudo da atividade antioxidante, teor de fenóis totais e proantocianidinas do extrato etanólico e composição química do óleo essencial de *Diospyros hispida* A. DC.** 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

LUTFI, M.; ROQUE, N. F. Histórias de Eugênicas. **Química Nova na Escola**. v. 36, n. 4, p. 252-260, 2014.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p. 176-177, 1962.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. da. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. Ciência e Tecnologia de Alimentos, **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas**, Brasil. v. 25, n. 4, outubro-diciembre, p. 659-664, 2005.

MAIA, J.T.L.S.; BONFIM, F.P.G.; BARBOSA, C.K.R.; GUILHERME, D.O.; HONÓRIO, I.C.G.; MARTINS, E.R. Influência alelopática de hortelã (*Mentha villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, n.3, p.253-257, 2011.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) Anthocyanins as Food Colors. New York: **Academic Press**, p. 163-180, 1982.

MARMITT, D.J.; REMPEL, C. Análise fitoquímica das folhas de três espécimes de *Bauhinia forficata* Link comparando com um espécime de *Bauhinia variegata* L. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 2, p. 229-237, ago./dez. 2016

- MATOS F.J.A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. UFC: Fortaleza. 141 p, 1997.
- MCMURRY, J. 7º Ed. **Química Orgânica - Combo**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 1344 p.
- MEDEIROS, A. R. M. de; LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alfaca em testes de laboratório. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 28, n. 1, p.9-14, jan. 1993.
- MEIJER, A.H.; VERPOORTE, R.; HOGE, J.H.C. 1993. Regulation of enzymes and genes involved in terpenoid indole alkaloid biosynthesis in *Catharanthus roseus*. In *Cytochrome P-450 and secondary metabolism in Catharanthus roseus* pp21- 48
- MEMELINK, J.; VERPOORTE, R.; KIJNE, J.W. ORC Anization of jasmonate-responsive gene expression in alkaloid metabolism. **Trends in Plant Science** v. 6, n. 5, p. 212-219, 2001.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras - Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. Lavras/MG, 2003.
- MONTELES, R.; PINHEIRO, C.U.B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 1-12, 2007.
- MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev Nutr** v.17, n. 4, p. 411-24, 2004.
- MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: hortifrúti** / – São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 510 p.
- MORENO, P.R.H.; POULSEN, C.; HEIJDEN, R.; VERPOORTE, R. Effects of elicitation on different metabolic pathways in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don cell suspension cultures. **Enzyme and Microbial Technology** v. 18, p. 99-107, 1996.
- MORI, S.; SILVA, L.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Ilhéus: CEPLAC, 1989. 104p.
- MUASYA, A.M.; SIMPSON, D.A.; VERBOOM, G.A.; GOETGHEBEUR, P.; NACZI, R.F.C.; CHASE, M.W.; SMETS, E. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data: current progress and future prospects. **Botanical Review** v.75, p. 52-66, 2008.

- MUASYA, A. M.; SIMPSON, D. A.; VERBOOM, G. A.; GOETGHEBEUR, P.; NACZI, R. F. C.; CHASE, M.W.; SMETS, E. Phylogeny of Cyperaceae Based on DNA Sequence Data: Current Progress and Future Prospects. **Bot. Rev.** v. 75, p. 2–21, 2009.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A* v. 1054, n. 1/2, p. 95-111, 2004.
- NASCIMENTO, M.C.B.S.; GAMA, C.Q.S. Estudo fitoquímico do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims forma *flavicarpa* O. Deg. - Passifloraceae) e perfil cromatográfico de sucos de maracujá. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v.7, n. 1, p. 16-27, 2015.
- NASCIMENTO, T.C.C.; MOMBACH, T.C.; DALANHOL, S.J.; BORTOLINI, M.F.B. Potencial alelopático de *Morus nigra* L. sobre alface e plantas nativas. ISSN 2175-2214 v. 9, n. 2, p. 254 a 264. Abril a Junho de 2016.
- NIJVELDT, R.J et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v. 74, p. 418-425, 2001.
- NICOLINI, J. T.; BIDO, G. S.; ZONETTI, P.C. Efeito do extrato aquoso de *Passiflora edulis* Sims sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n.1, p. 191-203, jan./abr. 2012.
- OLIVEIRA, E. C. Cyperaceae Juss.-Morfologia dos Aquênios de Gêneros ocorrentes no Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v.32, n.55, p. 327-405, 1980.
- OLIVEIRA, A.K.de; DIÓGENES, F. É. P.; COELHO, M. de F. B.; MAIA, S. S. S. Alelopatia em extratos de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae). **Acta bot. bras.** v. 23, n. 4, p. 1186-1189, 2009.
- OLIVEIRA, I.D. **Avaliação da atividade biológica do extrato seco da *Remirea marítima*** **Aubl.** 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- OLIVEIRA, A.K; COELHO M.F.B; MAIA, S.S.S.; DIÓGENES, F.E.P; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 480-483, 2012.
- OLIVEIRA, S. C. C.; GUALTIERI, S. C. J.; DOMÍNGUEZ, F.A. M.; MOLINILLO, J. M. G.; MONTOYA, R. V. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil

(Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta Botanica Brasilica** v. 26, n. 3, p. 607-618. 2012.

OLIVEIRA, M.G.F.de.; SOUSA, F.A.de.; OLIVEIRA, K.R.M.; ALVINO, F.C.G.; GÓIS, D.S.de.; LOPES, K.P. Potencial alelopático de extratos aquosos de folhas de *Mimosa tenuiflora* e semente de *Achyrocline satureioides* sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 3, p. 26-33, jul - set, 2014.

PARVEZ, M. M. et al. Effects of quercetin and its seven derivatives on the growth of *Arabidopsis thaliana* and *Neurospora crassa*. **Biochemical Systematic and Ecology**, Oxford, v. 32, p. 631-635, 2004.

PAULA, C.S.; CANTELI, V.C.D.; SILVA, C.B.; MIGUEL, O.G.; MIGUEL, M.D. Potencial fitotóxico com enfoque alelopático de *Bauhinia unguolata* L. sobre sementes e plântulas de alface e cebola. **Rev Ciênc Farm Básica Apl** v. 36, n. 3, p. 445-452, 2015.

PEDROL, N.; GONZALEZ, L.; REIGOSA, M. J. Allelopathy and abiotic stress. In: Reigosa, M. J.; Pedrol, N.; Gonzalez, L. (Eds). Allelopathy: A physiological process with ecological implications. **Springer**, Dordrecht, Holanda, p.171-209, 2006.

PEREIRA, B. F.; SBRISSIA, A. F.; SERRAT, B, M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.561-564, mar-abr, 2008.

PEREIRA, R.S., SANTANA, D.G., RANAL M.A. Seedling emergence from new lycollected and storage seeds of *Copaifera langsdorffii* Desf. (caesalpinoideae), triângulo mineiro, Brazil. **Rev. Árvore** v. 33, p. 643-652, 2009.

PEREIRA, J. C. **Potencial alelopático e estudo fitoquímico dos extratos aquosos e etanólicos de *Canavalia ensiformis* L.** 2017. 145f. tese (Doutorado) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo. 2017.

PEREIRA, R.J.; CARDOSO, M.G. Metabólitos Secundários Vegetais e Benefícios Antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Palmas, v. 3, n. 4, nov., 2012.

PINHO, L. de; SOUZA, P. N. S.; SOBRINHO, E. M.; ALMEIDA, A. C.; MARTINS, E. R. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim- pimenta, aroeira,

barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, p. 1-6, 2011.

PINTO, E. de P. P.; AMOROZO, M. C. de M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 20, n. 4, p. 751-762. 2006

PRATA, A. P. Listagem florística das Cyperaceae do estado de Roraima, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n. 2, p. 93-107, 2002.

PRATA, A. P. N.; AMARAL, M.C.E.; FARIAS, M.C.V.; ALVES, M.; SILVA, A.C.C.; DÉDA, R.M.; SOUZA, C.A.S. **Flora de Sergipe**. Aracaju, SE: Gráfica e Editora Triunfo, P. 1, 2013.

PRATES, H.T.; PAES, J.M.V.; PIRES, N.M.; PEREIRA, I.A.; MAGALHÃES, P.C.; Efeito do Extrato Aquoso de *Leucena* na Germinação e no Desenvolvimento do Milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.909-914, 2001.

RAVINDRA, N.S., KULKARNI, R.N. Essential oil yield and quality in rose-scented geranium: Variation among clones and plant parts. **Scientia Horticulturae**. v. 184, p. 31–35, 2015.

REZENDE, F.P.F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S. Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.15, n.4, supl.I, p.639-645, 2013.

RIBEIRO, A. R. de O.; PRATA, A. P. do N.; CAMACHO, R. G. V.; OLIVEIRA, O. F. de; OLIVEIRA, R. C. de Cyperaceae do rio Apodi-Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Hoehnea** v. 41, n. 2, p. 149-171, 3 fig., 2014.

RIBEIRO, J.M.; AMORIM, M.L.L.; ROCHA, A.S.; GRAEL, C.F.F.; NERY, M.C. Atividade alelopática do extrato aquoso das folhas de *Pseudobrickellia brasiliensis* sobre a germinação e crescimento inicial de alface e tomate. **Revista Científica Vozes dos Vales – UFVJM – MG – Brasil**. v. 5, n. 9, p. 2-11, 2016.

RIBÉREAU-GAYON, P. Les composés phénoliques des végétaux. Paris: Dunod; 1968.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2th ed. Academic Press, New York, USA, 422pp. 1984. 422 p.

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. Terpenóides. Cap. 6. In: Pharmacognosy and Pharmacobiotechnology. Willians & Willians, A. **Waverly Company**. 212p. 1996.

RODRIGUES, B. N; PASSINI, T.; FERREIRA, A. G. Research on allelopathy in Brazil. In: Narwal, S. S (Ed.). Allelopathy update. Science Publishers, **New Hampshire**, USA, p.307-323, 1999.

ROQUE, A.A.; ROCHA, R.M.; LOIOLA, M.I.B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.1, p.31-42, 2010.

ROQUE, A. DE A.; LOIOLA, M. I.B. Potencial de Uso dos Recursos Vegetais em uma Comunidade Rural no Semiárido Potiguar. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 88 – 98, out.– dez., 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. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.11, n.4, p.422-428, 2009.

SAKIHAMA, Y.; COHEN, N.F.; GRACE, S.C.; YAMASAKI, H. Plant phenolic antioxidante and prooxidant activities; phenolics induced oxidative damage mediated by metals in plants. **Toxicology**, v. 177, p. 67-80, 2002.

SALGADO, P. de C.; COSTA, M. F. da; MASSOCATTO, A. M.; JUNIOR, A.L.; FREI, F.; KOLB, R.M.; SANTOS, C. dos. Avaliação do potencial citotóxico, moluscicida e alelopático dos extratos hidroetanólicos das folhas de *Stryphnodendron obovatum* Benth. **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 197-202, abr./jun. 2013.

SANTI, M.M.; SANCHES, F.S.; SILVA, J.F.M.; SANTOS, P.M.L. Determinação do perfil fitoquímico de extrato com atividade antioxidante da espécie medicinal *Cordia verbenacea* DC. por HPLC-DAD. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.16, n.2, p.256-261, 2014.

SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O. Allelopathic potential and systematic evaluation of secondary compounds in extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. **Ecl. Quím.**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 13-18, 2007.

SANTOS, C. C.; SILVA, L. G.; SILVA, G. C.; FERRAZ JUNIOR, A. S. de L. Alelopatia entre leguminosas arbóreas e feijão-caupi. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 3, p. 187-192, maio-junio, 2010,

SANTOS, M. A. F. **Alelopatia em *Miconiaspp. Ruiz & Pavon* (Melastomataceae JUSS.) Sobre a germinação, desenvolvimento e mitose de *Lactuca sativa* L.** 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular). Universidade Regional do Cariri—URCA, Crato-CE. 2012.

SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; CHINI, N.; MARTIN, T. N.; MARCHESI, J.A.; SOARES, A. B. Alelopatia de acículas de *Pinus taedana* germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, p. 1-7, 2009.

SCOTT, R.P.W. In: WORSFOLD, P.; TOWNSHEND, A.; POOLE, C. (ed). 2° Ed. Essencial Oils. **Encyclopedia of Analytical Science**. Elsevier, p. 554–561, 2005.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food Phenolics: sources, chemistry, effects and applications. **Lancaster**: Technomic, 1995, 331 p

SILVA, A.G. A importância de flavonóides na taxonomia de Monocotiledôneas. *Natureza on line* v. 5, n. 1, p. 44-47. [on line] <http://www.naturezaonline.com.br>. 2007.

SILVA, J. da; FORTES, A.M.T.; GOMES, F. M.; PINTO, T. T.; BONAMIGO, T.; BOIAGO, N. P. Alelopatia de *Camelina sativa* Boiss. (Brassicaceae) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Bidens pilosa* (L.) e *Glycinemax*(L.) Merr. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 17-24, dezembro de 2011.

SILVA, Paulo Sérgio Sibertida. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 65-74, setembro de 2012.

SILVA, I.C.A.; ALEIXO, A.A.; ALEIXO, A.M.; FIGUEIREDO, A.P.; LEMUCHI, M.O.; LIMA, L.A.R.S. Análise fitoquímica e atividade antioxidante do extrato hidroetanólico das folhas de *Psidium guajava* L. (Goiabeira). **BBR – Biochemistry and biotechnology reports**, edição especial, v. 2, n. 2, jun., p. 76-78, 2013.

SILVA, M.A.P.; FILHO, S.M., DUARTE, A.E., MOREIRA, F.J.C. Potencial alelopático de *Caryocar coriaceum* wittm na germinação e crescimento inicial de plântulas de alface . **Cad. Cult. Ciênc.** Ano IX, v.13 n.1, Jul, 2014.

- SILVA, A.B. da; MELLO, M. R. F. de; SENA, A. R. de; FILHO, R. M. L.; LEITE, T. C. C. Efeito do extrato de *Cyperus rotundus* L. no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Revista CIENTEC**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2016.
- SILVA, C. G. A.; BOTTOLI, C. B. G.; COLLINS, C. H. Cromatografia por interações hidrofílicas (hilic): estado da arte e aplicações. *Quim. Nova*, v. 39, n. 2, p. 210-220, 2016.
- SILVEIRA, B.D.; HOSOKAWA, R.T.; NOGUEIRA, A.C.; WEBER, V.P. Atividade alelopática de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p.79-85, 2014.
- SIMPSON, D.A.; INGLIS, C.A. Cyperaceae of Economic, Ethnobotanical and Horticultural Importance: A Checklist. **Kew Bulletin** v. 56, n. 2, p. 257-360, 2001.
- SINGH, H.P. et al. Phytotoxic effects of *Parthenium hysterophorus* residues on three Brassica species. **Weed Biol.Manag.**, Carlton, v. 5, p. 105-109, 2005.
- SIVAPLAN, Sri Ranjani. Medicinal uses and pharmacological activities of *Cyperus rotundus* Linn – A Review. **Internacional Journal of Scientific and Research Publications**.v. 3, n. 5, p. 1-8, 2013.
- SMITH, A.E. The potential allelopathic characteristics of bitter sneezeweed (*Helenium amarum*). **Weed Science**, v.37, p.665-669, 1989.
- SOARES, G.L.G., VIEIRA, T.R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. “Grand rapids”) por extratos aquosos de cinco espécies de *Gleicheniaceae*. **Floram**. 7, 180-197, 2000.
- SOUTO, J.S.; BORGES, C.H.A.; MEDEIROS, W.P.; LEONARDO, F.A.P.; SOUTO, P.C.; SOUTO, L.S. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de moringa na germinação e no crescimento inicial da alface. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n 2, p 56 - 60, abr –jun , 2015.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, 2005.
- SOUZA, S.A.M., CATTELA, L.V., VARGAS, D.P., PIANA, C.F DE B., BOBROWSKI, V.L., ROCHA, B.H.G. Atividade alelopática e citotóxica do extrato aquoso de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.). **UEPG Ci. Biol. Saúde** v. 11, p. 7-14, 2005.

- SOUZA, C. S. M.; SILVA, W. L. P.; GUERRA, A. M. N. M.; CARDOSO, M. C. R.; TORRES, S. B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 96-100, 2007.
- SOUZA, F. O. **Asteraceae no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia , SP**. 2007. 147p. Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo-SP. 2007.
- SOUZA, C.E.O.de; CONCEIÇÃO, G.M.da. Espécies de Cyperaceae de ocorrência no município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Pesquisa em Foco**, Maranhão, v.17, n. 2, p. 26-31, 2009.
- SOUZA FILHO, A.P.S. *et al.* Potencial alelopático de *Myrcia guianensis*. **Planta daninha**, Viçosa, v.24, n.4, 2006.
- SOUZA FILHO, A.P.S., GUILHON, G.M.S.P., SANTOS, L.S. Metodologias empregadas em estudos da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 165-170, 1997.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; BAYMA, J.C.; GUILHON, G.M.S.P.; ZOGHBI, M.G.B. ATIVIDADE POTENCIALMENTE ALELOPÁTICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum americanum*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2009.
- SPÓSITO, R. C. A.; VIRGENS, R. S. das; PUNGARTNIK, C. Investigação prospectiva sobre a utilização do gênero *Cyperus* na geração de tecnológicas. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 38-44, jan./mar. 2016
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TAVARES, A. S.; ARAÚJO, A.C.; GUIMARÃES, F. B. Cyperaceae ocorrentes na Baixada do Maciambú, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Palhoça, SC. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 186-188, jul. 2007.
- TEIXEIRA, M.B.; MOLINARI, R.F.; FERRÃO, B.H.; SEQUETTO, P.L. Determinação do perfil fitoquímico da planta *Leonurus sibiricus* (macaé). **Anais II SIMPAC** – v. 2, n. 1, Viçosa-MG – jan. – dez. – p. 83-86, 2010.

TEIXEIRA, D.A.; BONIM, F.P.G. Efeito alelopático de melissa, capim-cidreira, lavanda e alecrim na germinação e vigor de sementes de alface. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 37-42, dezembro de 2014.

TOLEDO, A.M.O.; ULGUIM, P.S.B.; KAESER, S.S.; GOMES, F.T. Interferência alelopática do chá de boldo-do-chile (*Peumus boldus* Molina, Monimiaceae) sobre sementes de alface e pepino. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.3, p.180-187, 2016.

TONHI, E.; COLLINS, K.E.; JARDIM, I. C. S. F.; COLLINS, C. H. Fases estacionárias para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (clae-fr) baseadas em superfícies de óxidos inorgânicos funcionalizados. **Quim. Nova**, v. 25, n. 4, p. 616-623, 2002.

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, junho de 2010.

TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L.H. Alelopatia de extratos aquosos de cinamomo (*Melia azedarach* L. – Meliaceae) sobre a germinação e crescimento inicial do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. – Solanaceae). **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 49-56, setembro de 2012.

VIECELLI, C. A.; PANNO, B. A.; MOLINA, R. D. **Efeito Alelopático de Canola sobre o desenvolvimento de Plantas de Milho**. Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil, 2009.

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

VINSON, J.A.; JANG, J.; YANG, J.; DABBAGH, Y.; LIANG, X.; SERRY, M.; PROCH, J.; CAI, S. Vitamins and especially flavonoids in common beverages are powerful in vitro antioxidants which enrich lower density lipoproteins and increase their oxidative resistance after ex vivo spiking in human plasma. **J. Agric. Food Chem.**, v. 47, p. 2502-2504, 1999.

WALLER, G.R. et al., Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms and soil secondary metabolites. In: INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M. & FOY, C.L. (Eds.) Principles and practices in plant ecology. **Boca Raton**, CRC Press. p. 75-98, 1999.

WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINIL.H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v.38, n.4, jul, 2008.

WARDLE, D. A.; NICHOLSON, K. S.; AHMED, M. Comparison of osmotic and allelopathic effect of grass leaf extract on grass seed germination and radicle elongation. *Plant and Soil*, **The Hague**, v. 140, p. 315-319, 1992.

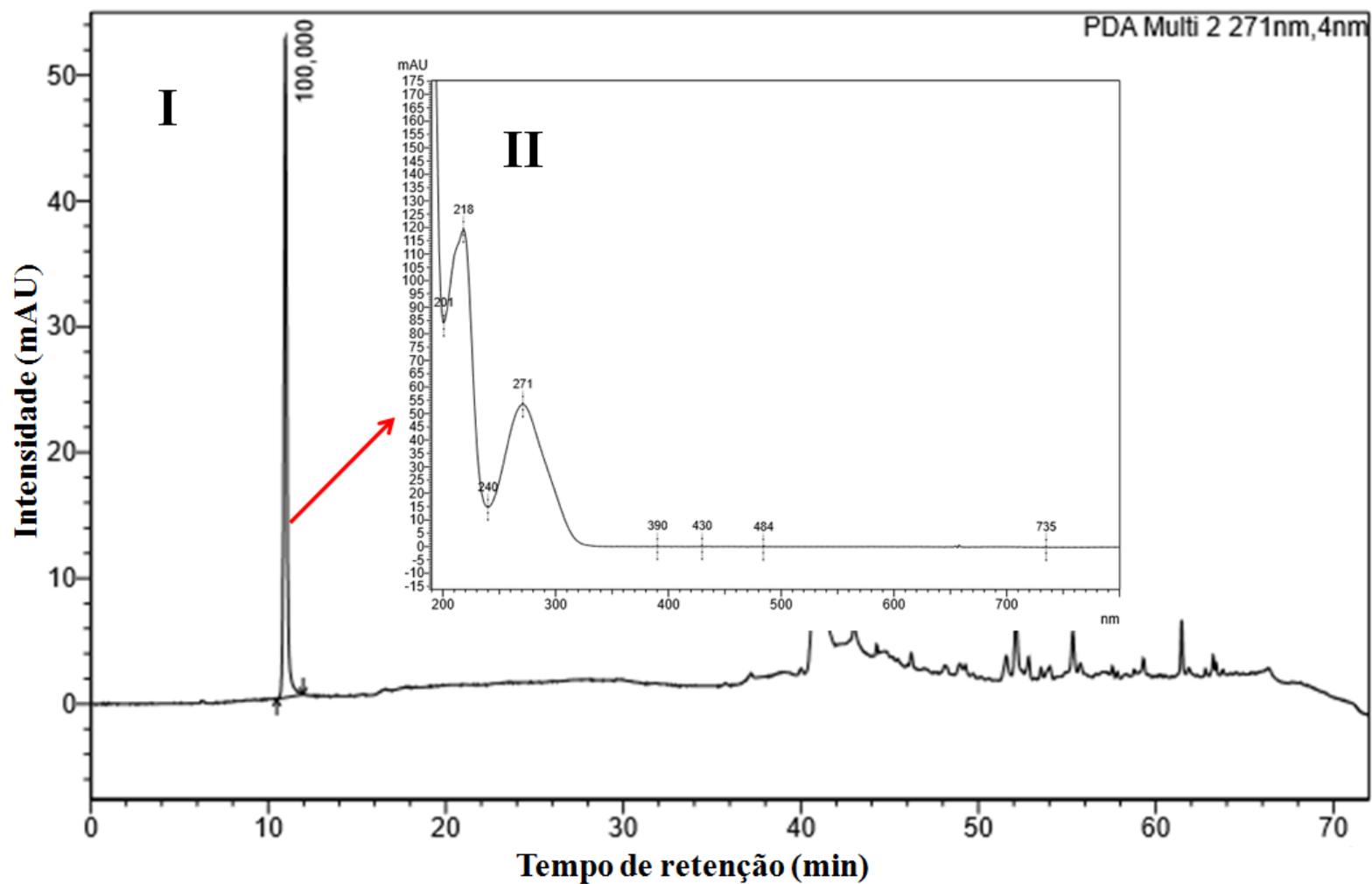
WESTEKEMPER, P.; WIECZOREK, U.; GUERITTE, F.; LANGLOIS, N.; POTIER, N.; ZENK, M.H. Radio immunoassay for the determination of the indole alkaloid vindoline in *Catharanthus*. **Planta Medica** v. 39, p. 24-37, 1980.

WINK, M. Introduction. In *Alkaloids: biochemistry, ecology and medicinal applications*, éd. Roberts and Wink, **Plenum Press**, New York. P. 265-298, 1998.

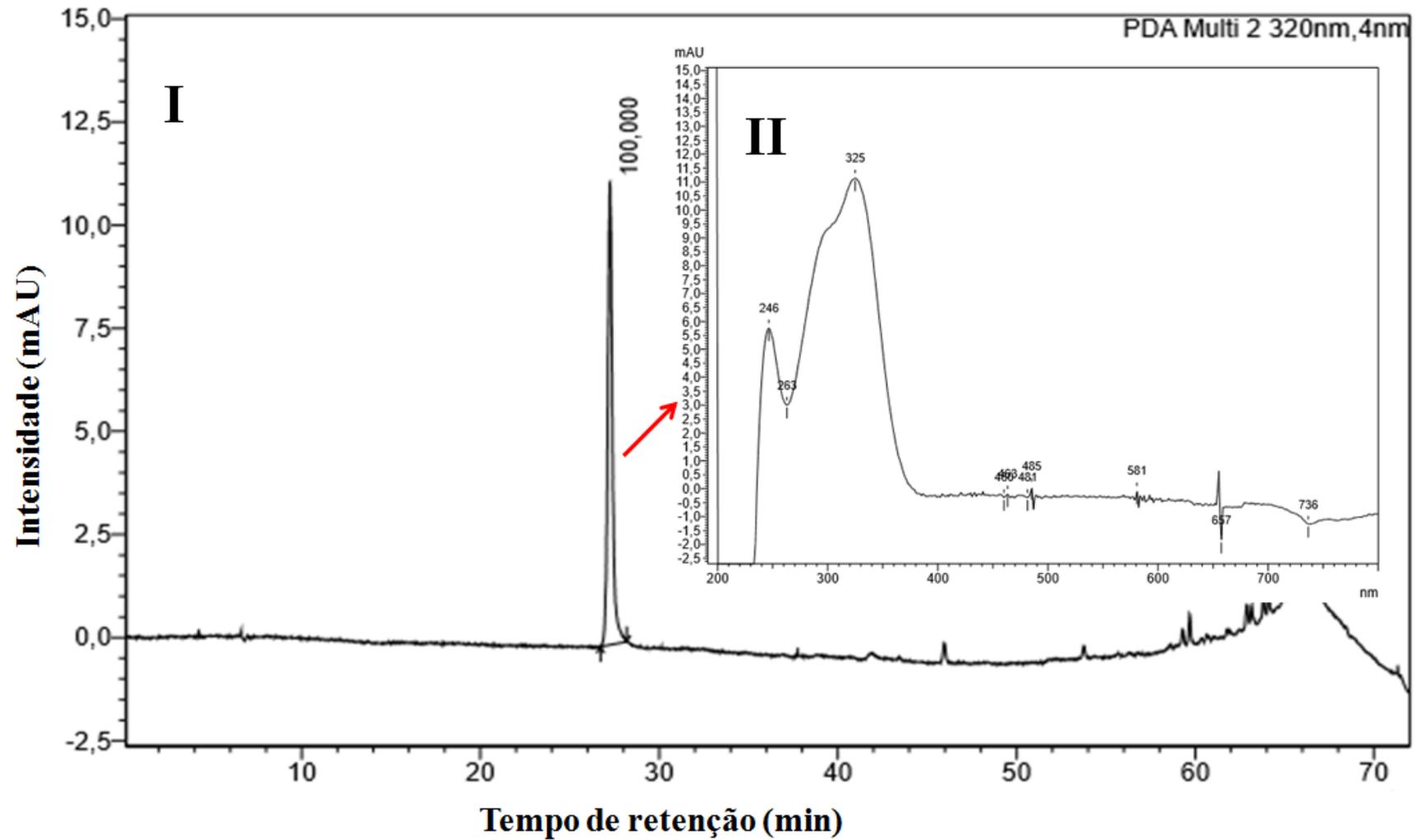
ZANUNCIO, A.; TEODORO, E.; RIBEIRO, L. P.; CORREA, C. C.G.; OLIVEIRA, M.; e TORRES, F. E. Alelopatia de adubos verdes sobre *Cyperus rotundus* Allelopathy of Green manures on *Cyperus rotundus*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 441-446, 2013.

APÊNDICES

Apêndice A - Cromatograma e espectro UV-DAD do ácido gálico

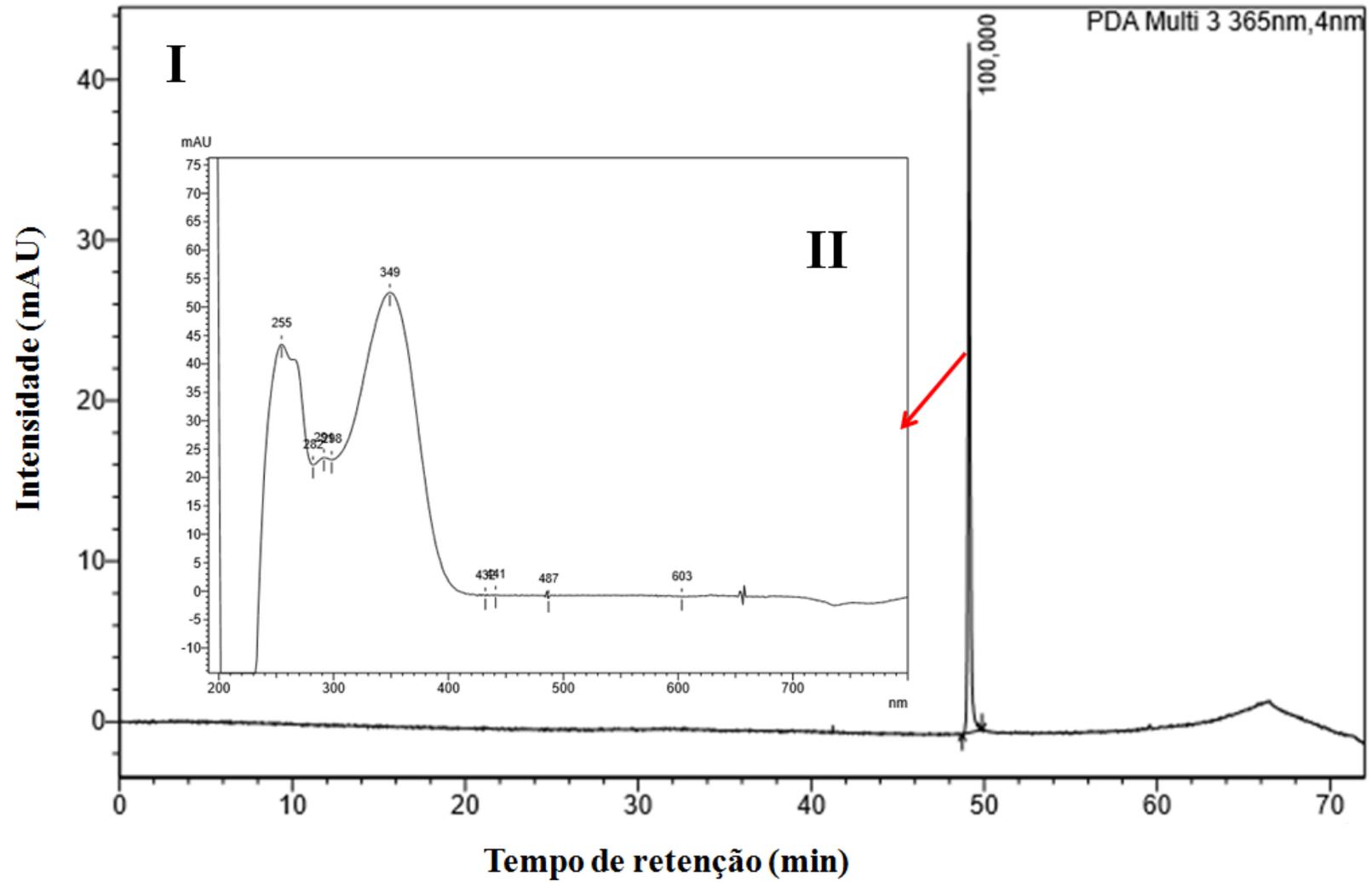


Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão ácido gálico, II = espectro UV-DAD do padrão ácido gálico.

Apêndice B - Cromatograma e espectro UV-DAD do ácido clorogênico

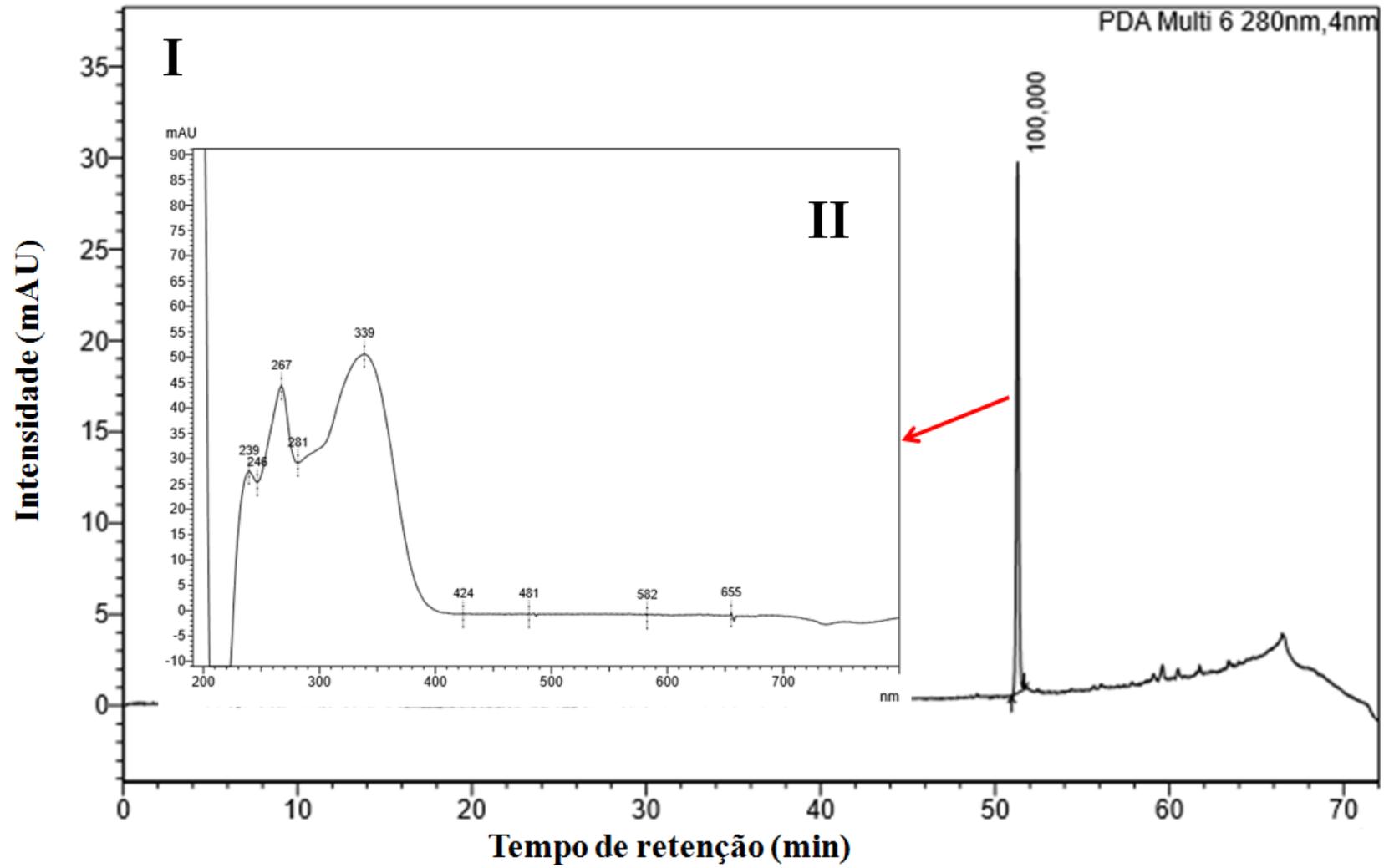
Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão ácido clorogênico, II = espectro UV-DAD do padrão ácido clorogênico.

Apêndice C - Cromatograma e espectro UV-DAD da luteolina



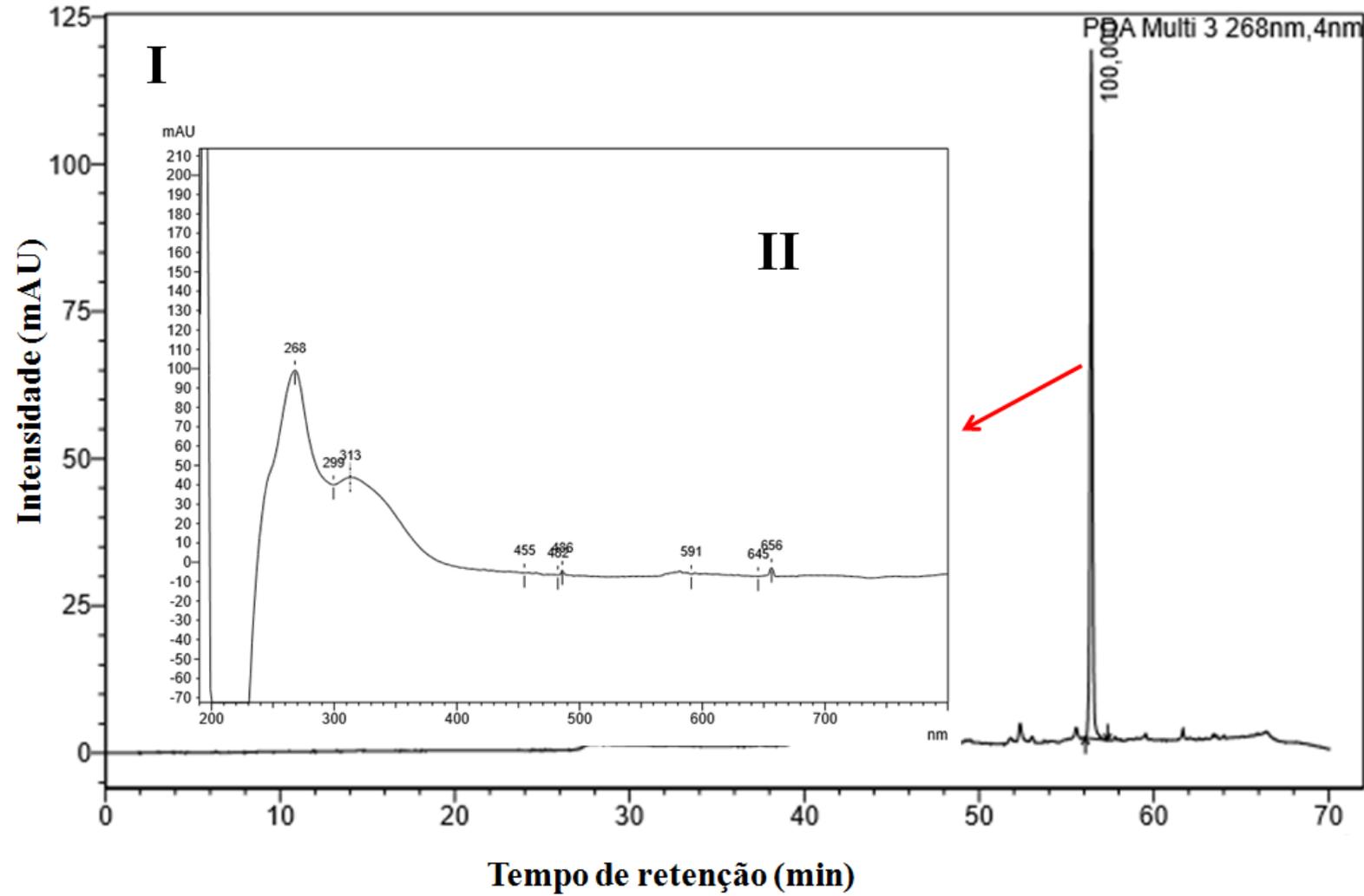
Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão luteolina, II = espectro UV-DAD do padrão luteolina.

Apêndice D - Cromatograma e espectro UV-DAD da apigenina



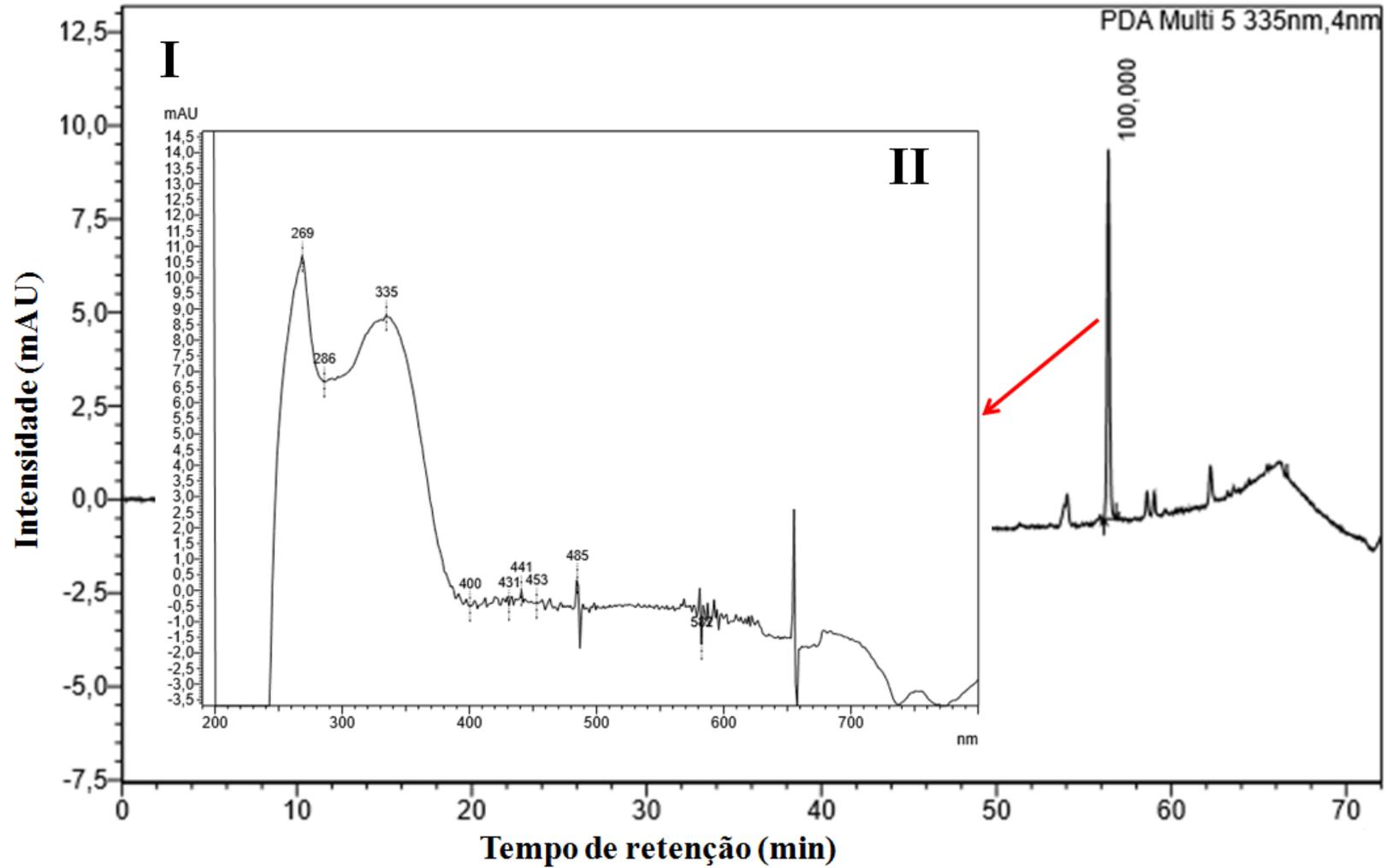
Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão apigenina, II = espectro UV-DAD do padrão apigenina.

Apêndice E - Cromatograma e espectro UV-DAD da crisina

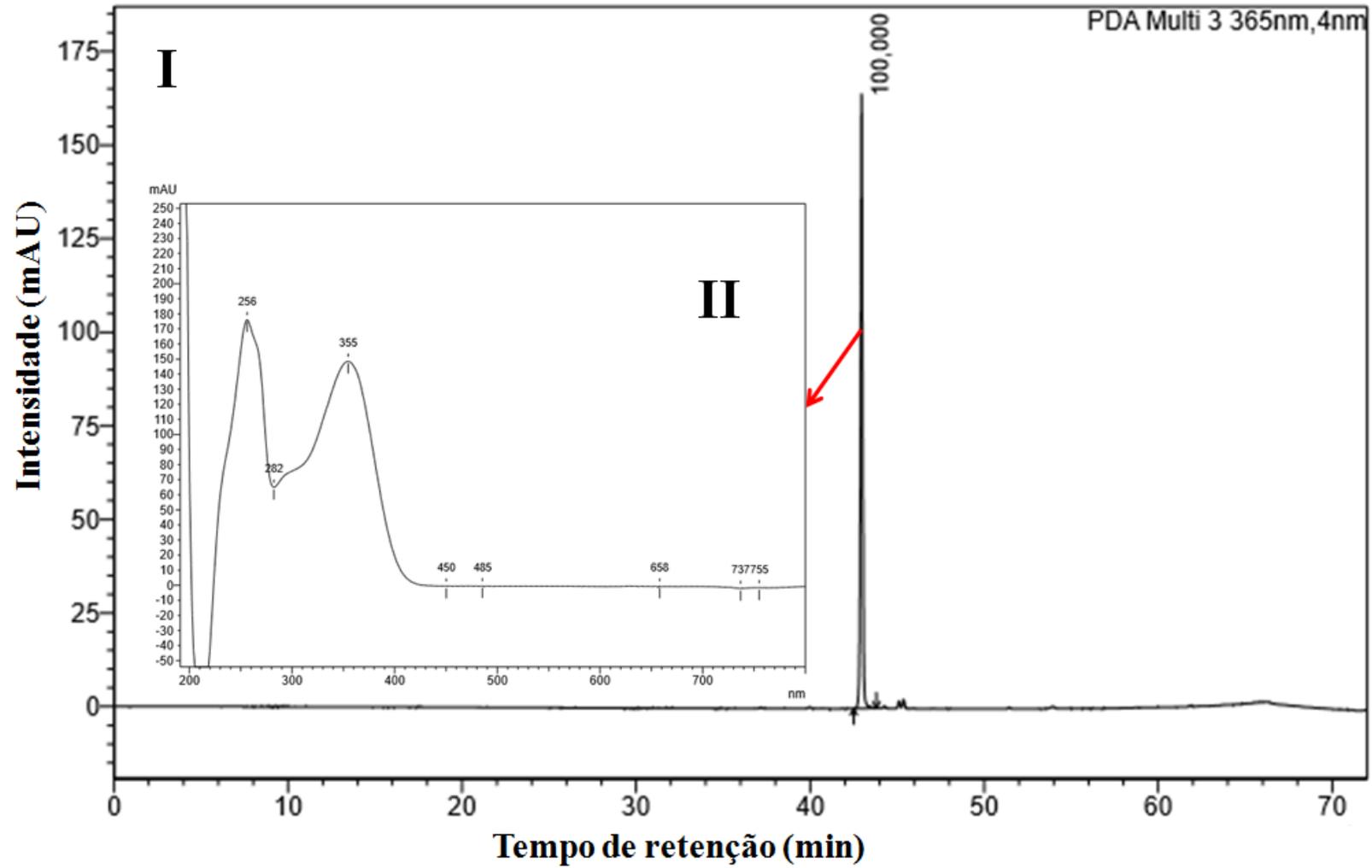


Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão crisina, II = espectro UV-DAD do padrão crisina.

Apêndice F - Cromatograma e espectro UV-DAD da acetina



Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão acetina, II = espectro UV-DAD do padrão acetina.

Apêndice G - Cromatograma e espectro UV-DAD da rutina

Fonte: Autora, 2017. I = cromatograma do padrão rutina, II = espectro UV-DAD do padrão rutina.

