

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E  
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

KATIA CRISTINA DALPIVA HARTMANN

Efeitos alelopáticos das gramíneas exóticas *Brachiaria* spp e *Megathyrus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs sobre germinação, desenvolvimento e crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

CASCAVEL-PR  
Fevereiro/2015

KATIA CRISTINA DALPIVA HARTMANN

Efeitos alelopáticos das gramíneas exóticas *Brachiaria* spp e *Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs sobre germinação, desenvolvimento e crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Orientador: Dr<sup>a</sup>. Andréa Maria Teixeira Fortes

Co-orientador: Dr<sup>a</sup>. Marcia Maria Mauli

CASCAVEL-PR

Fevereiro/2015

## FOLHA DE APROVAÇÃO

KATIA CRISTINA DALPIVA HARTMANN

Efeitos alelopáticos das gramíneas exóticas *Brachiaria* spp e *Megathyrus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs sobre a germinação, o desenvolvimento e o crescimento de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais-Nível de Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, pela comissão Examinadora composta pelos membros:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Maria Teixeira Fortes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Micheli Fernanda Bortolini

Docente externo

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gislaine Piccolo de Lima

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em 23 de Fevereiro de 2015

Local da defesa: Unioeste, Prédio de Salas de Aula, Sala 56, Cascavel-Pr.

Dedico este trabalho a minha família.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e iluminou durante toda essa jornada.

À minha orientadora Andréa Maria Teixeira Fortes pela oportunidade, pela confiança e por ter compartilhado todo o seu conhecimento, permitindo assim, o aprimoramento da minha formação como fisiologista vegetal.

A minha co-orientadora Marcia Maria Mauli, por todo seu apoio, troca de experiência e dedicação.

As minhas colegas de laboratório que nunca mediram esforços para me ajudar, estando ao meu lado em todos os momentos, e acabaram se tornando minha segunda família. A Ivone Wichocki, nossa técnica de laboratório, que sempre nos socorre com o sorriso aberto.

Agradeço a minha família e ao Marciano Colet Bortolotto, por serem à base de tudo, do apoio, do incentivo, do carinho e do conforto quando as coisas não vão bem.

Todos aqueles que tiveram alguma participação na minha vida, ao longo do mestrado, merecem meu agradecimento e a minha gratidão. Guardarei todos em meu coração. Obrigada.

## SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
CAPÍTULO 1: ANÁLISE FITOQUÍMICA E AÇÃO ALELOPÁTICA DOS EXTRATOS DAS GRAMÍNEAS INVASORAS <i>Brachiaria</i> spp. E <i>Megathyrus maximum</i> (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.....	
10	
GRAPHICAL ABSTRACT.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
PARTE EXPERIMENTAL.....	15
RESULTADOS.....	18
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	24
ANEXO 1.....	26
CAPÍTULO 2: EFEITOS ALELOPÁTICOS DAS ESPÉCIES INVASORAS <i>Brachiaria</i> SPP E <i>Megathyrus maximum</i> (JACQ) SOBRE A GERMINAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Parapiptadenia rigida</i> (BENTH.).....	
37	
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS.....	43
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
FIGURAS E TABELAS.....	51
ANEXO 1.....	55

CAPÍTULO 3: AÇÃO ALELOPÁTICA DAS ESPÉCIES INVASORAS *Brachiaria* spp  
E *Megathyrsus maximum* (Jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs SOBRE MUDAS DE  
*Parapiptadenia rigida* (Benth.)

Brenan.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAIS E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS.....	66
DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÃO.....	70
AGRADECIMENTOS.....	70
REFERÊNCIAS.....	70
FIGURAS E TABELAS.....	73
ANEXO 1.....	75

## Resumo

Gramíneas africanas como *Brachiaria* spp. (braquiária) e *Megathyrsus maximum* (capim-colonião) foram introduzidas acidentalmente ou para fins forrageiros e tornaram-se invasoras de ecossistemas naturais, passando a competir com as espécies nativas nos locais em regeneração natural, como a *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, popularmente conhecida como angico-vermelho. Plantas crescendo próximas umas das outras, além de competirem por recursos do meio, interagem por meio de um processo fisiológico denominado alelopatia, que é definida como qualquer alteração direta ou indireta, inibitória ou estimulatória que uma planta exerce sobre a outra através substâncias aleloquímicas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar os grupos de metabólitos secundários presentes nos extratos de braquiária e capim-colonião e a ação alelopática dos mesmos na germinação das sementes e no desenvolvimento e crescimento de *P. rigida*. Através da extração exaustiva, utilizando solventes de diferentes polaridades, foram obtidos das folhas das gramíneas, extratos hexânicos, acetato de etila e metanólico, sendo realizado o *screen* fitoquímico para identificar a presença de determinados grupos de metabólitos secundários nestes extratos. Também foram preparados extratos aquosos em diferentes diluições, com as folhas frescas de braquiária e capim-colonião. Estes foram avaliados quanto a sua capacidade alelopática na germinação, no desenvolvimento inicial e no crescimento das mudas de *P. rigida*. Os resultados observados indicam a presença de alcaloides, esteroides e triterpenoides, flavonoides, saponina espumídica e taninos nos extratos de ambas as espécies invasoras. Não foi identificada nenhuma interferência alelopática dos extratos aquosos de braquiária e capim-colonião na germinação, desenvolvimento ou crescimento de *P. rigida*. Logo, é possível recomendar a utilização de *P. rigida* para recuperação de áreas degradadas, uma vez que, em condições de laboratório e de casa de vegetação, a espécie não apresentou inibição quando submetida aos extratos dos capins *Brachiaria* spp. e *Megathyrsus maximum*.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia; Metabólitos secundários; Regeneração natural.

## ABSTRACT

African grasses as *Brachiaria* spp. (Braquiária) and *Megathyrsus maximum* (guinea grass) were introduced accidentally or for fodder purposes and have become invasive of natural ecosystems, going to compete with the native species in places where natural regeneration, such as *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, popularly known as mimosa-red. Plants growing next to each other, and compete for resources from the environment interact through a physiological process known as allelopathy, which is defined as any direct or indirect alteration, inhibitory or a stimulatory plant on another through allelochemical substances. Therefore, the objective of this study was to determine the groups of secondary metabolites present in braquiária extracts and guinea grass and the allelopathic action of the same on seed germination and development and growth of *P. rigida*. Through exhaustive extraction using solvents of different polarities were obtained from the leaves of grasses, leaf extracts, ethyl acetate and methanol, and performed the phytochemical screen to identify the presence of certain groups of secondary metabolites in these extracts. Also aqueous extracts were prepared at different dilutions with fresh leaves braquiária and guinea grass. These were evaluated for their ability allelopathic germination and early development and growth of *P. rigida* seedlings. The results indicate the presence of alkaloids, steroids and triterpenoids, flavonoids, tannins and saponins espumídica in extracts of both weed species. No allelopathic interference of aqueous extracts braquiária and guinea grass germination, development or growth of *P. rigida* was not identified. Therefore, it is possible to recommend the use of *P. rigida* for reclamation, since, under laboratory conditions and greenhouse, the species showed no inhibition when subjected to extracts of grasses *Brachiaria* spp. and *Megathyrsus maximum*.

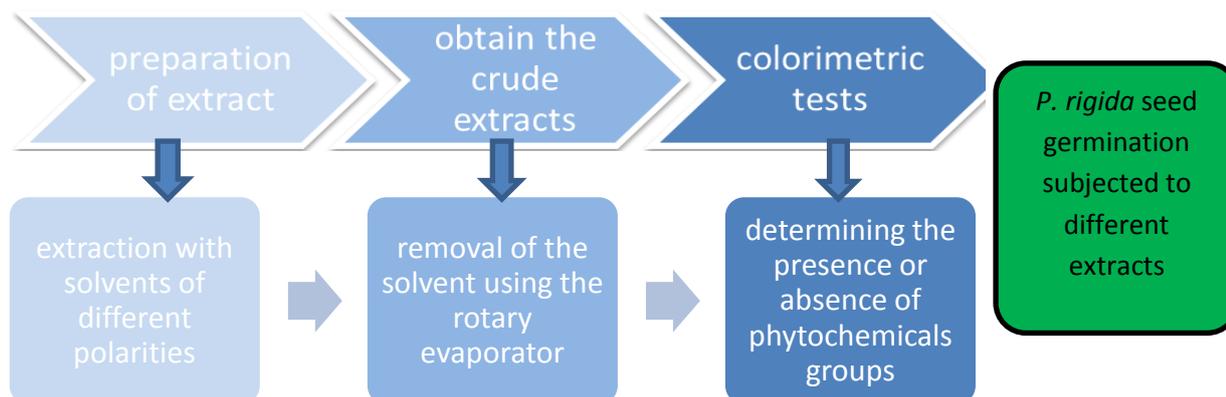
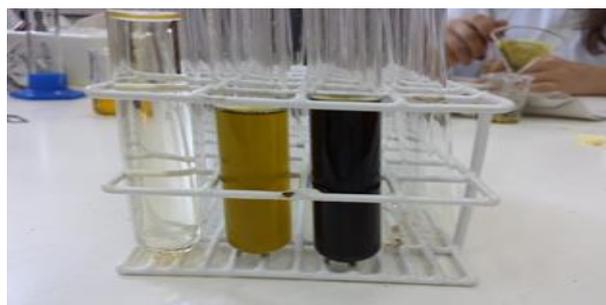
KEYWORDS: Allelopathy; Secondary metabolites; Natural regeneration

## CAPÍTULO 1

ANÁLISE FITOQUÍMICA E AÇÃO ALELOPÁTICA DOS EXTRATOS DAS  
GRAMÍNEAS INVASORAS *Brachiaria* spp. e *Megathyrsus maximum* (jacq)  
B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista Química Nova citada em anexo 1 do capítulo 1.

## Graphical Abstract



### **ANÁLISE FITOQUÍMICA E AÇÃO ALELOPÁTICA DOS EXTRATOS DAS GRAMÍNEAS INVASORAS *Brachiaria* spp. e *Megathyrus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.**

**Katia C. D. Hartmann\*<sup>a</sup>, Andréa M.T. Fortes<sup>a</sup>, Marcia M. Mauli<sup>b</sup>, Gislaïne P. de Lima<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 85819-110 Cascavel – PR, Brasil

<sup>b</sup> Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 85819-110 Cascavel – PR, Brasil

---

Marque uma das alternativas:

Manuscrito com material suplementar

Manuscrito sem material suplementar

---

\*e-mail: [katiachartmann@hotmail.com](mailto:katiachartmann@hotmail.com)

ANALYSIS PHYTOCHEMICAL AND ALLELOPATHIC ACTION OF EXTRACTS OF GRASS INVASIVE *Brachiaria* spp. e *Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.

Abstract:

Allelopathy is defined as inhibitory or stimulatory effect on other one plant by the production of chemical extracts on germination of *P. rigida*. Both species, brachiaria and guinea grass, present in its extracts, various groups of allelochemicals. But through the germination tests were not observed inhibitory effects on germination of *P. rigida* substances released into the environment. Invasive species such as the genus *Brachiaria* spp. and *Megathyrsus maximum* (jacq) may present in its extracts, secondary metabolites able to interfere alelopathy seed germination of native tree species, such as *Parapiptadenia rigida* (Benth.). Through exhaustive extraction with solvents of different polarities, hexane extracts were obtained, ethyl acetate and methanol braquiária and guinea grass to perform the phytochemical screen, aimed at determining the phytochemicals groups present in these extracts. In order to identify the existence of allelopathic interference between invasive species and native species, bioassays were performed germination of the weed seeds.

Keywords: Allelopathy, allelochemicals, weeds.

## INTRODUÇÃO

O termo alelopatia é definido como qualquer efeito inibitório ou estimulatório, causado por uma planta, ou microrganismos, sobre outras plantas, por meio de compostos químicos lançados no meio ambiente<sup>1</sup>. Esses compostos são conhecidos como aleloquímicos ou metabólitos secundários, e, ao serem liberadas no ambiente, essas substâncias, influenciam de forma favorável ou desfavorável o desenvolvimento de outras plantas<sup>2</sup>.

As plantas produzem, estocam e, posteriormente liberam diversos componentes orgânicos, divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia<sup>3</sup>. Já os metabólitos secundários apresentam papel relevante na interação planta-ambiente, com funções de defesa contra ataque (herbivoria), defesa contra patógenos (doenças) ou alelopatia (inibição/estímulo)<sup>4, 5</sup>. Todas as plantas produzem metabólitos secundários durante o seu ciclo de vida, em todos os órgãos, porém a quantidade e o tipo de metabólito produzido variam de acordo com as condições ambientais, fatores internos e externos, idade da planta, espécie e órgão onde é sintetizado<sup>6</sup>.

Os metabólitos secundários das plantas são usualmente classificados de acordo com a sua rota de biossíntese, e estes, são divididos em três grupos principais, distintos quimicamente: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Os terpenos ou terpenoides são a maior classe e, estruturalmente, a mais variada de metabólitos secundários, são em geral, insolúveis em água. São hidrocarbonetos com funções bem características no crescimento ou desenvolvimento vegetal (hormônios), podendo ser tóxicos e inibidores<sup>3</sup>.

Os compostos fenólicos dão o sabor, odor e coloração a diversos vegetais, eles estão envolvidos principalmente na sinalização entre plantas e outros organismos, polinização e dispersão de frutos, na proteção contra a radiação UV, no suporte mecânico ou podem reduzir o crescimento de plantas competidoras adjacentes. Os flavonoides constituem a maior classe de compostos fenólicos.

Os compostos nitrogenados ou alcaloides, na sua grande maioria, possuem caráter alcalino. Acredita-se que estes compostos atuam como reserva de nitrogênio, reguladores do crescimento, do metabolismo interno e da reprodução, como agentes de transformação de certas substâncias em outras substâncias nocivas ao vegetal e proteção contra raios ultravioletas<sup>3</sup>.

Esses grupos químicos são estudados pela fitoquímica, que tem por objetivo a extração, isolamento, purificação e determinação da estrutura química dos constituintes presentes em extratos de plantas com atividade biológica. O reconhecimento das propriedades biológicas da ampla variedade dos metabólitos secundários tem alimentado a busca intensiva por novos fármacos, antibióticos, inseticidas e herbicidas naturais<sup>7</sup>. A ação dos metabólitos secundários é reconhecida como importante mecanismo ecológico, que influencia a dominância e a sucessão das plantas, formação de comunidades, vegetação clímax, manejo e produtividade de culturas<sup>8</sup>, as espécies invasoras podem assim, por meio da ação alelopática, interferir drasticamente no surgimento de espécies nativas durante o processo de regeneração natural de locais em recuperação, pois podem inibir a germinação das sementes presente no solo.

Nesse aspecto, pode ser observada a grande ocorrência em lavouras, pastagens abandonadas e em locais em regeneração natural na região Oeste do Paraná, de invasoras como as espécies do gênero *Brachiaria* (braquiária) e o *Megathyrsus maximum* (jacq) (capim-colonião). São espécies cujos estudos fitoquímicos são escassos e necessitam de maiores investigações aleloquímicas, visto que são espécies invasoras em potencial, grandes responsáveis pelas contaminações biológicas. As espécies do gênero braquiária e o capim-colonião são agressivos e resistentes, dispersam facilmente, interferindo significativamente nas culturas infestadas<sup>9</sup>.

Uma espécie nativa também encontrada nestes locais em regeneração natural é a *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, popularmente chamada de angico-vermelho, pertencente à família Fabaceae - Mimosoideae, é característica e exclusiva da mata latifoliada das bacias dos Rios Paraná, Uruguai e afluentes<sup>9</sup>, recomendada para a recuperação de áreas degradadas e para a restauração florestal em áreas de preservação permanente. Costuma incidir em áreas de regeneração natural, principalmente em ecossistemas secundários (capoeiras) juntamente com outras espécies incluindo as espécies invasoras<sup>10</sup>.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar o *screen* fitoquímico nos extratos das espécies invasoras braquiária e capim-colonião, com intuito de identificar os respectivos grupos de aleloquímicos e, conseqüentemente identificar a ocorrência ou não da interação aleloquímica entre as espécies invasoras e a espécie nativa *P. rigida*, mediante o teste de germinação. De maneira que, ao identificar as substâncias bioativas e separar esses compostos fitoquímicos com ação alelopática, seja possível, futuramente, utilizar

estas moléculas para produção de substâncias úteis no manejo de outras plantas ou de insetos.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIOESTE, *Campus* de Cascavel. As espécies invasoras *Brachiaria* spp (braquiária) e *Megathyrsus maximum* (capim-colonião), foram coletadas em estádio vegetativo (verão, 2014) em locais em regeneração no entorno da cidade de Cascavel (24°57'21"S; 52°27'19"W) e transportadas para o laboratório. As sementes da espécie nativa *Parapiptadenia rigida* (Benth.) foram doadas pelo IAP da cidade de Cascavel- PR.

Para realização dos testes fitoquímicos a parte aérea das gramíneas coletadas foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C, até seu peso seco permanecer estável. Após este processo, a matéria seca foi triturada em moinho de facas do tipo Willey, com peneira de granulção de 10 mm. As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro devidamente identificados e mantidos em local seco a temperatura ambiente, ao abrigo da luz.

### **Extração exhaustiva:**

O material vegetal de ambas as invasoras, braquiária e capim-colonião, secos e triturados (pó) foram submetidos à extração exhaustiva e sucessiva, a frio, com solventes com polaridade crescente, sendo o hexano, acetato de etila e metanol, no período de junho/julho de 2014. A extração foi realizada em um período de sete dias<sup>11</sup>. Cada uma das soluções obtidas foi filtrada e destilada sob pressão reduzida, utilizando o evaporador rotativo TE-2II no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (LACOM-UNIOESTE) afim da retirada total dos solventes e obtenção dos respectivos extratos brutos de cada espécie.

### *Screen Fitoquímico:*

A triagem fitoquímica é um exame rápido através de reagentes de coloração ou precipitação que irá revelar a presença ou ausência de metabólitos secundários em um

extrato. A metodologia foi realizada seguindo Paracampo (2011)<sup>12</sup> e aplicada para cada um dos três extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de braquiária e capim-colonião.

Determinação de taninos: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato concentrado em 10 mL de água destilada. O material foi filtrado em papel filtro e depois transferido o filtrado para tubos de ensaio, adicionou-se uma gota de cloreto férrico 1%. Resultado: a mudança de coloração ou formação de precipitado indica reação positiva.

Determinação de catequinas: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato concentrado em 3 mL de metanol. O material foi filtrado em papel filtro e transferido para tubos de ensaio, onde adicionou-se 1 mL de solução de vanilina 1% e 1 mL de ácido clorídrico concentrado. Resultado: o surgimento de coloração vermelha intensa indica reação positiva.

Determinação de esteroides e triterpenoides: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato bruto em 5 mL de éter etílico. O material foi filtrado em papel filtro e transferido para tubos de ensaio, os quais permaneceram em banho-maria até a evaporação de todo o éter. Foram adicionados ao resíduo 3 mL de metanol, agitou-se e foram adicionados 3 mL de cloreto férrico 1%. Resultado: o surgimento de coloração verde, azul ou cinza indica reação positiva.

Determinação de flavonoides: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato concentrado em 10 mL de metanol. O material foi filtrado em papel filtro e transferido para tubos de ensaio, em seguida foram adicionadas 5 gotas de ácido clorídrico concentrado e 1 cm de fita de magnésio. Resultado: o surgimento de uma coloração rósea na solução indica reação positiva.

Determinação de saponina espumídica: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato concentrado em 1 mL de etanol 80 GL. Este foi diluído em 15 mL de água destilada e filtrado com papel filtro. O filtrado foi transferido para tubo de ensaio e agitado vigorosamente durante 2 min em tubo fechado. Resultado: presença de camada de espuma estável por mais de 30 min, o resultado é considerado positivo para saponina espumídica.

Determinação de alcaloides: Dissolveram-se 0,2 mg do extrato em 5 mL de HCl 5%, foi filtrado em papel filtro e no filtrado foi adicionado algumas gotas do reativo. Reativo de Bouchardat: 2 g de iodeto de potássio e 1 g de iodo foram diluídos em 50 mL de água destilada. Resultado: precipitado laranja avermelhado.

### *Bioensaio de germinação:*

Após a extração exaustiva, os extratos hexânico de braquiária e de capim-colonião não tiveram boa rentabilidade, sendo insuficientes para a realização dos bioensaios de germinação. Portanto, foi realizado o teste de germinação da espécie nativa *P. rigida*, apenas com os extratos acetato de etila e metanólico de braquiária e capim-colonião.

Em placas de Petri (autoclavadas), forradas com três folhas de papel filtro, foi colocado 3 mL do extrato, na concentração 1%. As placas foram colocadas em câmaras de germinação desligadas, até a evaporação completa do solvente (2 dias), depois o papel filtro foi umedecido com 3 mL de água destilada. Foram semeadas dez sementes de *P. rigida* em cada placa, devido o seu tamanho, sendo feitos quatro repetições por extrato. As placas foram colocadas em câmaras de germinação, em condições controladas de 25 °C de temperatura constante e fotoperíodo de 12 h de luz<sup>13</sup>.

A germinação foi monitorada por um período de sete dias, sendo consideradas sementes germinadas, aquelas que apresentaram extensão da raiz primária igual ou superior a 2 mm<sup>14</sup>.

### *Análise Estatística:*

Para os bioensaios de germinação foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Foram analisados os parâmetros: porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação das sementes (IVG) de *P. rigida*. Os dados considerados anormais foram transformados por boxcox, e os valores expressos em porcentagem foram transformados por arco seno  $x/100$ <sup>15</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *screen* fitoquímicos dos extratos

Na Tabela 1, são apresentados os resultados referentes á ausência e presença de compostos aleloquímicos nos extratos brutos hexânico, acetato de etila e metanólico da espécie invasora braquiária.

**Tabela 1.** Screen fitoquímico dos grupos de compostos secundários em extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de *Brachiaria* spp (Cascavel – PR, 2014)

CLASSES DE ALELOQUÍMICOS	SCREEN FITOQUÍMICO: EXTRATO BRAQUIÁRIA		
	HEXANO	ACETATO	METANOL
ALCALOIDES	A	P	A
CATEQUINAS	A	A	A
ESTEROIDES E TRITERPENOIDES	A	P	P
FLAVONOIDES	A	A	P
SAPONINA ESPUMÍDICA	A	A	P
TANINOS	A	A	P

A:ausente e P: presente.

Os resultados observados para braquiária indicam a presença de alcaloides, esteroides e triterpenoides, flavonoides, saponina espumídica e taninos, outros trabalhos realizados com diferentes espécies de braquiárias encontraram basicamente os mesmo grupos químicos. Por exemplo, Barros et al. (2005)<sup>16</sup> encontraram no extrato de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu esteroides e triterpenoides, alcaloides, taninos e saponina espumídica. Em *Brachiaria humidicola* foi identificado alcaloides, cumarinas, saponina espumídica, taninos e flavonoides. Para *Brachiaria decumbens* foram encontrados ésteres, triterpenos e aldeídos e também foi confirmada a presença da saponina esteroideal protodioscina nas folhas de *B. decumbens* e *B. Brizantha*<sup>17</sup>.

Souza Filho et al. (2005)<sup>11</sup> isolaram de partes aéreas de *B. humidicola* o ácido *p*-cumárico, um precursor da biossíntese de flavonoides. Em outras pesquisas de Souza

Filho<sup>11</sup> foram identificadas mais quatro substâncias: estigmasterol, sitosterol, simiarenol e dipropilenoglicol, entretanto, a análise da atividade alelopática inibitória da germinação destas substâncias revelou baixa atividade, não ultrapassando 0,5 %. Veiga (2002)<sup>18</sup>, isolou das folhas de *B. brizanta* cv. Marandu o terpeno pentacíclico 3-ocetilepifriedelinol e Souza Filho et al. (2005)<sup>11</sup> isolaram para a mesma espécie mais dois terpenos pentacíclicos: a fridelina e epifriedelinol.

Corroborando, Taiz e Zeiger (2013)<sup>3</sup> descreveram a importante ação dos taninos, os quais foram identificados no extrato metanólico de braquiária e nos extratos hexânico e metanólico de capim-colonião, como substâncias inibidoras da germinação de sementes e do crescimento de plantas, destacando-se principalmente na função fitopatógena. Os flavonoides podem apresentar ação potencialmente alelopática, contudo, seus efeitos toxicológicos variam de acordo com sua solubilidade em água. De acordo com os autores acima citados, essas substâncias podem inibir o crescimento das plântulas da própria espécie (autotoxicidade), e alguns de seus derivados são tóxicos para outras plantas (heterotoxicidade), sendo estes os aleloquímicos que apresentam maior atividade biológica. Os flavonoides estavam presentes somente no extrato metanólico de braquiária e de capim-colonião.

Os esteroides e triterpenoides foram identificados nos extratos de acetato de etila e metanólico de braquiária e capim-colonião, estes compostos apresentam potencial inibitório na germinação das sementes, mas a ação fitotoxicológica dos esteroides não é bem definida. Já os alcaloides encontrados no extrato de acetato da braquiária e nos extratos hexânico e metanólico de capim-colonião, são potentes inibidores da germinação de sementes e também são capazes de restringir o crescimento de outras espécies<sup>3</sup>.

Pouco se sabe a respeito da produção de substâncias com potencialidades alelopáticas em plantas invasoras usadas como forrageiras, em especial sobre as prováveis variações na intensidade de produção de aleloquímicos durante o ciclo da planta, porém, Wardle (1987)<sup>19</sup> menciona que as plantas de pastagens são provavelmente alelopáticas apenas em certos estádios de seu ciclo de vida.

Souza Filho e Alves (2006)<sup>5</sup> encontraram dados que mostram certa similaridade entre as classes de compostos químicos das espécies *B. humidicola* e *B. brizanta*. Em comparação com *Megathyrsus* cv. Tobiata, eles observaram diferença entre as espécies de braquiária, especialmente com relação aos alcaloides encontrados no *Megathyrsus* cv. Tobiata e não encontrados nas duas espécies de braquiária, ao mesmo tempo em que

os derivados de benzoquinona são observados nas duas espécies de braquiária, mas não são encontrados em *Megathyrus* cv. Tobiata.

No Screen fitoquímico realizado por Souza Filho e Alves (2006)<sup>5</sup> foi encontrado tanto para *B. humidicola* como para *B. brizanta* carotenoides, derivados de benzoquinona, esteroides e triterpenoides, saponina espumídica e taninos. No presente trabalho não foram realizados testes para carotenóides ou derivados de benzoquinona, mas os demais grupos aleloquímicos condizem com aqueles também encontrados neste screen fitoquímico, além destes, foram identificados neste experimento, flavonoides e alcaloides nos extratos de *Brachiaria* spp.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados referentes a ausência e presença de compostos aleloquímicos nos extratos brutos hexânico, acetato de etila e metanólico da espécie invasora capim- colônia.

**Tabela 2.** Screen fitoquímico dos grupos de compostos secundários em extratos hexânico, acetato de etila e metanólico de *Megathyrus maximum* (Cascavel-PR, 2014)

CLASSES DE ALELOQUÍMICOS	SCREEN FITOQUÍMICO: EXTRATO CAPIM-COLONIÃO		
	HEXANO	ACETATO	METANOL
ALCALOIDES	P	A	P
CATEQUINAS	A	A	A
ESTEROIDES E TRITERPENOIDES	A	P	P
FLAVONOIDES	A	A	P
SAPONINA	A	A	P
ESPUMÍDICA			
TANINOS	P	A	P

A: ausente e P: presente.

Nos testes realizados neste trabalho, com o capim-colônia, foram identificados alcaloides, esteroides e triterpenoides, taninos, flavonoides e saponina espumídica. Assim como Souza filho e Alves (2006)<sup>5</sup> identificaram alcaloides, carotenoides, esteroides e triterpenos e taninos no extrato de *Megathyrus* cv, Tobiata.

Os resultados observados para capim-colônia indicam a presença de taninos, esteroides e triterpenoides, flavonoides, saponina espumidica e alcaloides, semelhante ao que foi

observado para braquiária. Referente ao capim-colonião, os trabalhos relacionados á sua ação alelopática ou sobre a composição química do seu extrato são escassos.

Souza et al. (1999)<sup>20</sup> fizeram uma análise comparativa entre diferentes gramíneas forrageiras, e a prospecção química indicou a presença das seguintes classes químicas no extrato de capim-colonião: saponinas, esteroides, flavonoides flavonas e fenois. Em comparação com os resultados encontrados no presente trabalho, foram identificados os mesmos grupos químicos, com o acréscimo de taninos e alcaloides.

Chou (1989)<sup>21</sup> mostrou em seu trabalho, os constituintes químicos de outra espécie do mesmo genero do capim-colonião, em *Panicum repens* (grama castela) foi observado uma grande quantidade do ácido 2,4-dihidroxibenzóico e ácido vanílico.

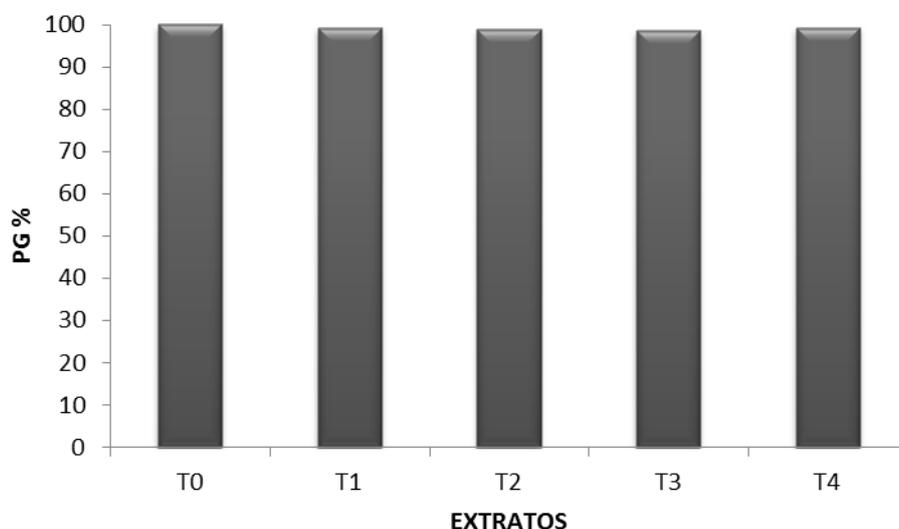
### *Bioensaios de germinação*

Na Figura 1 é apresentada a porcentagem de germinação das sementes de *P. rigida* sob a influencia dos extratos acetato de etila e metanol de braquiaria e capim-colonião. Conforme os resultados do *screen* fitoquímico, foram determinados à presença de grupos aleloquímicos nos extratos das plantas invasoras braquiária e capim-colonião, já nos bioensaios de germinação não foi observado à interferência alelopática na germinação das sementes de *P. rigida* submetidas aos diferentes extratos de braquiária e capim-colonião.

Aparentemente, as substâncias potencialmente alelopáticas, presentes nos capins, estavam em níveis inferiores àqueles requeridos para promover inibições na germinação das sementes dessas espécies, ou ainda, a *P. rigida* apresenta resistência mecânica ou fisiológica, a estas substâncias.

Rosa et. al. (2011)<sup>22</sup>, ao testarem a ação do extrato aquoso de folhas frescas de capim-colonião, observaram inibição na germinação e crescimento da espécie bioindicadora alface, mas de maneira semelhante ao que foi determinado no presente estudo, não identificou qualquer interferencia na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de *P. rigida*. Chou & Young (1975)<sup>23</sup> analisaram doze espécies de gramíneas subtropicais quanto a presença de aleloquímicos, nos bioensaios com o extrato aquosos das folhas destas gramíneas, observaram que somente quatro espécies não apresentaram efeito inibitórios sobre a germinação e desenvolvimento do alface, entre elas está o

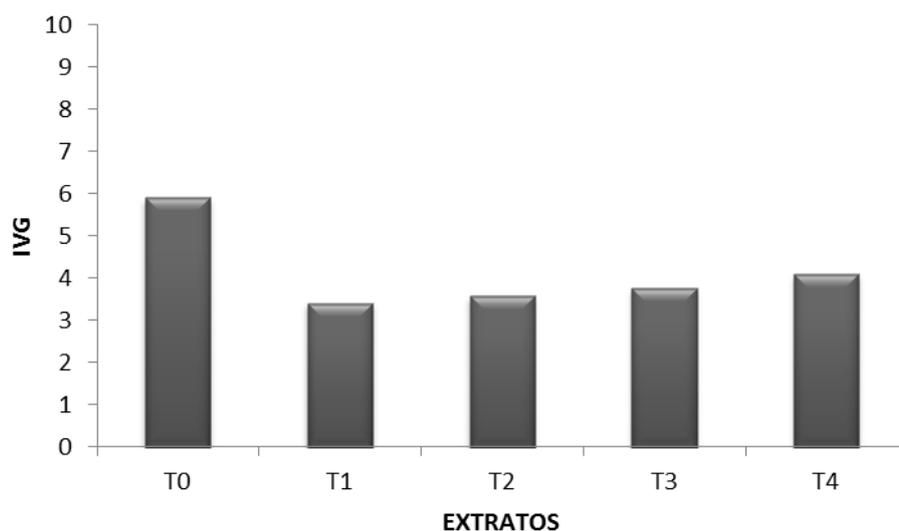
capim-colonião. Na Figura 1 pode-se observar que todas as sementes de *P. rigida* germinaram (100%).



**Figura 1.** Porcentagem de Germinação (PG) das sementes de *P. rigida* submetidas aos extratos de acetato de etila e metanol de braquiaria e capim-colonião. T0: testemunha; T1: extrato acetato de etila de capim-colonião; T2: extrato metanólico de capim-colonião; T3: extrato acetato de etila braquiária; T4: extrato metanólico de braquiária (Cascavel – PR, 2014)

Mesmo determinando a presença de grupos fitoquímicos nos extratos das plantas invasoras, através dos bioensaios não foi identificado ação alelopática dos mesmos sobre as sementes de *P. rigida*, porém, trabalhos específicos sobre os mecanismos de ação dos compostos químicos identificaram alguns fatores que podem influenciar no seu potencial alelopático.

Na Figura 2 estão dispostos os dados do índice de velocidade de germinação das sementes de *P. rigida*. Ao analisar os resultados é possível verificar que não houve variação no índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes sob a ação dos extratos de braquiaria e capim-colonião, sendo os valores estatisticamente iguais.



**Figura 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *P. rigida* submetidas aos extratos de acetato de etila e metanol das espécies de braquiária e capim-colonião. T0: testemunha; T1: extrato acetato de etila de capim-colonião; T2: extrato metanólico de capim-Colonião; T3: extrato acetato de etila braquiária; T4: extrato metanólico de braquiária (Cascavel – PR, 2014)

Os metabólitos secundários produzidos pelas plantas nem sempre se apresentam ativos na forma em que se encontram. Algumas vezes estes compostos precisam ser ativados, uma vez que são armazenados como produtos atóxicos, nas próprias células ou especificamente em seus vacúolos celulares e, posteriormente, assumem a forma ativa para serem usados, quando necessário (estresse, herbivoria ou patógenos, UV, temperatura, clima, etc.)<sup>24</sup>. Portanto, condições de campo podem apresentar resultados diferentes dos que foram observadas em laboratório.

Além disso, os efeitos alelopáticos podem ser indiretos (alterações nas propriedades e características nutricionais do solo e, também, nas populações e/ou atividades de organismos), desta forma não podem ser percebidos em ensaios de laboratório. Os mecanismos da ação alelopática são complexos, alguns autores defendem que algumas plantas devem ter seguido caminhos evolucionários para tolerar a presença dos aleloquímicos, tornando-se resistentes.

Portanto, a atividade alelopática de uma planta não depende unicamente da presença de compostos químicos em seu extrato, essa ação depende de inúmeros fatores ambientais, fisiológicos, morfológicos, além da ação de outros organismos, que atuam desencadeando a potencialidade alelopática da mesma sobre outras espécies<sup>15</sup>.

## CONCLUSÃO

Após a realização do *screen* fitoquímico nos extratos de braquiária e capim-colonião, foi possível identificar a presença de alguns grupos de aleloquímicos como: taninos, saponina espumídica, flavonoides, esteroides e triterpenoides e alcaloides para ambas as espécies. Contudo, os bioensaios de germinação não identificaram interferência alelopática na porcentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação das sementes de *P. rigida*, quando embebidas com os extratos acetato de etila e metanólico. Sendo assim, a *P. rigida*, em condições de laboratório, é uma espécie nativa com resistência alelopática a braquiária e ao capim-colonião.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1.Rice, E.L.; *Med. Chem. (Academic Press)* **1984**, 422.
- 2.Santos, V. H. M. Tese Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil, 2012.
- 3.Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5ª ed, Artmed: Porto Alegre, 2013.
4. Souza Filho, A. P. da S.; Alves, S. de M. *Alelopatia: principios básicos e aspectos gerais*, Embrapa, Belém-Pa, 2002.
5. Souza Filho, A. P. da S. Em *Alelopatia e as plantas*, Embrapa, Belém-Pa, 2006.
- 6.Gusman, G. S.; Vieira, L. R.; Vestena, S.; *Rev. Biotemas*,**2012** , 4, 25, 37-48.
- 7.Macedo Junior, F. C.; *Quím. Nova*. **2007**, 30, 1, 116-124.
- 8.Novaes, P. Tese Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 2011.
- 9.Lorenzi, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, vol.5, Nova Odessa: São Paulo, 2008.

10. Backes, P.; Irgang, B.; *Árvores do Sul. Guia de identificação & interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras*. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz, 2002.
11. Souza Filho, A. P. S.; Ferreira, A. A. G.; Bayma, J. C.; *Planta Daninha*. **2005**, 23, 1, 25-32.
12. Paracampo, N. E. N. P.; *Embrapa Amazônia Oriental*, **2011**.
13. Mondo, V.H.V.; Brancalion, P.H.S.; Cicero, S.M.; Novembre, A.D.L.C.; Douradoneto, D. *Rev. bras. Sementes*, **2008**, 30, 2, 177-183.
14. Hadas, A.; *J. Exp. Bot.* **1986**.
15. Brasil; *Regras para análises de sementes*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília, 2009.
16. Barros, A. P. Q.; Souza Filho, A. P.; Morais, R. C.; *Resumo do Seminário de Iniciação Científica da UFRA*, Belém do Pará, Brasil, 2005.
17. Barbosa-Ferreira, M.; Brum, K. B. B.; Fernandes, C. E.; Pinto, G.S.; Martins, C.F.; Castro, V.S.; Rezende, K.G.; Riet-Correa, F.; Haraguchi, M.; Wysocki, H.L.J.; Lemos, R. A. A. *Resumo do 8th International Symposium on Poisonous Plants*, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2009.
18. Wardle, D.A. *J. Exp. Agric.* **1987**, 243-255.
19. Souza, C.L.M.; Morais, V.; Silva, E. R.; Lopes, H.M.; Tozani, R.; Parraga, M.S.; Carvalho, G.A. *Planta daninha*, **1999**, 2, 262-272.
20. Chou, C. H.; *J. Chem. Ecol.* **1989**, 2149-2159.
21. Rosa, D.M., Fortes, A.M.T., Mauli, M.M., Marques, D.S., Palma, D. *Floresta Ambient.* **2011**.
22. Chou, C.H.; Young, C.C.; *J. Chem. Ecol.* **1975**, 183-191.
23. Reigosa, M.J.; Pedro, L. N.; Sánchez-Moreiras, A.M.; González, L.; *Sci. Publishers* **2002**.
24. Santos, S.R.G.; Aguiar, I.B.; *Rev. bras. Sementes*, **2010**.

## Anexo 1

### Normas para publicação na REVISTA QUÍMICA NOVA

#### 1. GERAL

Serão considerados para publicação na Revista Química Nova manuscritos em Português, Inglês e Espanhol, que cubram as áreas tradicionais da Química bem como artigos sobre Ensino de Química, História da Química, Política Científica, etc, além de artigos de áreas afins, desde que tenham acentuado conteúdo químico (clique aqui para acessar as normas de restrição). Os trabalhos devem se encaixar dentro de uma das modalidades abaixo:

**Artigos Originais:** refere-se a trabalhos inéditos de pesquisa. Devem seguir a forma usual de apresentação, contendo as seções Introdução, Parte Experimental, Resultados e Discussão, Conclusão e Referências, de acordo com as peculiaridades de cada trabalho. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas e outros elementos.

**Artigos sobre Educação:** trabalhos de pesquisas relacionadas ao ensino de graduação em Química e divulgação de experiências inovadoras no ensino de graduação e pós-graduação. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, e outros elementos.

**Notas Técnicas:** trabalhos de comunicação de métodos, técnicas, aparelhagens ou acessórios desenvolvidos no laboratório de origem do autor do manuscrito, desde que apresentem acentuado conteúdo químico. Devem seguir a forma usual de apresentação, contendo as seções Introdução, Parte Experimental, Resultados e Discussão, Conclusão e Referências, de acordo com as peculiaridades de cada trabalho. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc.

**Assuntos Gerais:** abordagem de assuntos de interesse geral dos químicos, tais como política científica, programas de graduação e pós-graduação, história da química, etc. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas e outros elementos.

Artigos de Revisão: destinados à apresentação do progresso em uma área específica de Química, com o objetivo de dar uma visão crítica do estado da arte do ponto de vista do especialista altamente qualificado e experiente. Deverão ter no máximo 40 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas e outros elementos.

Para submeter um artigo de Revisão, é imprescindível que o autor tenha publicações que comprovem a sua experiência e qualificação na referida área. Antes do envio do manuscrito, o autor deverá submeter à editoria, por e-mail, um resumo da revisão pretendida e lista de publicações, acompanhados de uma carta explicativa da pertinência do trabalho. O material será analisado pelos Editores e, uma vez aprovado, será solicitado ao autor o envio do manuscrito completo, dentro das normas de QN, e só então será dado início ao processo de avaliação pelos assessores. O aceite da submissão não garante a publicação do manuscrito, que passará pelo processo formal de avaliação equivalente ao das outras modalidades.

## 2. ANTES DA SUBMISSÃO

### 1.1 Direitos autorais

Ao submeter um manuscrito à revista Química Nova, assume-se que ele não foi publicado previamente, que não está sob processo de avaliação por outra entidade e que não será publicado simultaneamente em outro veículo de divulgação, no mesmo formato, sem a permissão por escrito dos Editores. Além disso, subentende-se que o autor responsável pela submissão tem o consentimento de todos os outros autores. Os autores também concordam que os direitos autorais do manuscrito serão transferidos para a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), caso o manuscrito seja aceito para publicação. Manuscritos aceitos e ilustrações se tornarão propriedades da SBQ.

### 1.2 Organização do manuscrito

Os manuscritos deverão apresentar clareza e concisão. A seção Introdução deverá identificar de forma clara e breve, utilizando-se de referências relevantes, a natureza do problema sob investigação e o conhecimento prévio a respeito dele. Revisões extensas da literatura não serão aceitas.

A seção Parte Experimental pode preceder ou vir após a seção Resultados e Discussão, mas devem ser necessariamente separadas. A seção Conclusões, que resumirá brevemente as principais conclusões do trabalho, deverá ser disposta logo após a seção Resultados e Discussão.

A parte experimental do manuscrito deve descrever os experimentos de maneira suficientemente detalhada para que outros pesquisadores possam reproduzi-los. O grau de pureza dos materiais utilizados deve ser fornecido, bem como todas as quantidades utilizadas. A descrição de procedimentos já estabelecidos não é necessária. A instrumentação utilizada só deve ser descrita caso não seja padrão. Deve-se referir a instrumentos disponíveis comercialmente a partir de suas marcas e modelos.

Todos os compostos novos devem ser completamente caracterizados, incluindo dados espectroscópicos e análises elementares. Espectros de massas de alta resolução poderão substituir análises elementares caso sejam acompanhados de provas inquestionáveis da pureza da amostra (pontos de fusão, cópias dos espectros RMN, etc.). Para compostos sintetizados em formas enantiomericamente puras ou enantiomericamente enriquecidas, sua rotação específica deverá ser fornecida. Nos casos em que o excesso enantiomérico for determinado por técnicas cromatográficas e/ou espectroscópicas, as cópias dos cromatogramas e/ou espectros devem ser inclusas no Material Suplementar (ver seção Material Suplementar).

Muitas publicações de Química Teórica e/ou Computacional utilizam rotinas baseadas em métodos bem documentados, sejam semi-empíricos ou *ab initio*. Neste caso é suficiente citar a variante utilizada, referindo-se a publicações importantes nas quais os métodos foram desenvolvidos, e o programa de computador utilizado, indicando brevemente as modificações realizadas pelo autor.

É de responsabilidade dos autores a obtenção de permissões para reprodução de gráficos e imagens retiradas de outros periódicos. Essas permissões para reprodução devem ser enviadas no momento da submissão, juntamente com os outros arquivos do manuscrito. A reprodução deve também ser informada nas respectivas legendas.

Os manuscritos em língua inglesa que forem considerados para avaliação deverão portar certificado de correção de idioma emitido por empresa especializada. O certificado deve ser enviado através da plataforma ScholarOne no momento da submissão da versão revisada do manuscrito.

### 1.3 Preparo dos manuscritos

Modelo: Um modelo de manuscrito (.doc) já formatado de acordo com as normas da Química Nova pode ser obtido clicando aqui.

Geral: Deve-se utilizar a fonte Times New Roman, tamanho de 12 pt e cor preta. O espaçamento entre linhas deve ser de 1,5×. As páginas devem ser numeradas consecutivamente, no canto inferior direito. As linhas e os títulos e subtítulos das seções não devem ser enumerados. Os títulos das seções devem ser escritos em negrito e caixa alta, os subtítulos apenas em negrito e os subsubtítulos apenas em itálico.

O Material Suplementar deve ser o último elemento do manuscrito, e deve conter informações relevantes e complementares àquelas já apresentadas no manuscrito (ver seção Material Suplementar).

Detalhes:

A primeira página deverá conter o graphical abstract (ver seção Graphical Abstract), título do trabalho, em negrito e caixa alta, nome dos autores em negrito e endereço. Se o endereço onde o trabalho foi conduzido é diferente do endereço atual de qualquer um dos autores, uma nota de rodapé indicando a posição atual pode ser incluída. Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão ser listados em sequência e indicados utilizando-se letras sequenciais.

Um exemplo:

José A. Benícioa, Maria C. Cavalcanteb e João D. de Almeidaa,\*

aDepartamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900 Maringá - PR, Brasil

bDepartamento de Química Fundamental, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 05508-000 São Paulo - SP, Brasil

\*e-mail: jalmeida@dq.uem.br

Como mostra o exemplo, o autor para correspondência deverá ser indicado com asterisco (\*) e seu e-mail colocado logo abaixo dos endereços. A menor unidade do endereço deve ser o departamento. Em seguida devem ser indicados a faculdade/instituto, a universidade, o CEP, a cidade, o estado e o país. Laboratórios, programas de pós-graduação e cursos não devem ser inclusos no endereço. A segunda página deverá conter o título e o resumo do trabalho, ambos em inglês, com no máximo 200 (duzentas) palavras, e a indicação de 3 a 5 palavras-chave (keywords), também em inglês. O texto deve se iniciar a partir da terceira página do manuscrito.

Ao longo do texto, o autor deve se atentar às seguintes regras:

Palavras em língua estrangeira (inglês, francês, latim, etc.) deverão ser escritas em itálico.

Nomes científicos de espécies devem ser escritos em itálico, com a primeira letra do nome em caixa alta.

Alguns exemplos:

... os experimentos foram realizados *in situ*;

A bactéria *Escherichia coli*...;

O tratamento dos dados foi realizado a partir do software Origin;

Todas as unidades devem ser separadas dos valores por um espaço simples (inclusive o grau Celsius). A mesma regra é válida para o caso de unidades em sequência.

Alguns exemplos:

10 °C;

15 mg L<sup>-1</sup> (evitar mg/L);

10 m s<sup>-2</sup> (evitar m/s<sup>2</sup>);

Atenção: Toda a nomenclatura utilizada deverá ser consistente, clara e de acordo com as regras estabelecidas por entidades apropriadas, como IUPAC, International Union of Biochemistry, Abstracts Service, Nomenclature Committee of the American Chemical Society, entre outras. Símbolos e unidades deverão seguir as recomendações da IUPAC. Os autores devem evitar o uso de unidades que não fazem parte do SI.

Normas para elementos gráficos e tabelas

Gráficos e Figuras: textos, nomes dos eixos e quaisquer outros elementos textuais que acompanham os elementos gráficos devem ser consistentes ao longo de todo o trabalho em relação à fonte, ao tamanho da fonte, ao espaçamento e à cor. Para elementos gerados por computador, deve-se evitar planos de fundo ou sombreamento.

Fórmulas estruturais e equações químicas: todas as estruturas químicas ou equações devem ser escritas utilizando a mesma fonte ao longo do manuscrito.

Equações: as equações devem ser escritas utilizando-se um editor de equações (MathType, Equation, entre outros) e devem ser numeradas sequencialmente ao longo do manuscrito.

Fotografias: As fotografias devem apresentar contraste e não devem ser montagens. Caso haja necessidade de uma escala, ela deve ser desenhada sobre a figura e não abaixo. Não serão aceitas fotografias de equipamentos comerciais.

Tabelas: as tabelas devem ser formatadas de modo a fornecer informações diretas ao leitor. Sombreamentos e negritos devem ser evitados. Qualquer informação extra deve vir abaixo da tabela, na forma de nota de rodapé, utilizando-se as letras a, b, c e assim por diante.

Graphical abstract (em inglês): O graphical abstract deve resumir o conteúdo do trabalho de forma concisa e dedicada a capturar a atenção de um público amplo. O autor deve apresentar uma figura nova, usando como parâmetro uma estrutura chave, uma reação, uma equação, um conceito, um gráfico, um teorema, entre outras possibilidades. Recomenda-se que seja de caráter artístico e possua cores diversas. Não serão aceitas fotos de equipamentos comerciais.

Atenção: a imagem deve possuir alta resolução (em formato .tiff, .jpg ou qualquer outro de ampla utilização que possa ser editado) e tamanho de 4 cm de altura por 8 cm de largura [os elementos textuais devem ser legíveis nessas dimensões]. Junto com o graphical abstract, o autor deverá enviar um texto explicativo em inglês (em arquivo .txt, .rtf ou .doc) de, no máximo, 3 linhas.

#### Normas para citações e lista de referências

Os elementos gráficos e as tabelas devem ser numeradas e citadas no texto, utilizando-se a primeira letra em caixa alta. Não se deve abreviar as citações.

Alguns exemplos:

... como pode ser verificado na Tabela 1.

A Figura 3 mostra o sistema utilizado...

(Tab. 1, Fig. 1 e quaisquer outras abreviações dos títulos dos elementos não devem ser utilizadas)

As citações de referências devem ser feitas de forma consecutiva, na forma numérica sobrescrita (sem parênteses ou colchetes), sempre após a pontuação, quando houver. Citações de duas ou mais referências devem ser separadas por vírgulas. Citações de três

ou mais referências consecutivas devem ser agrupadas, utilizando-se o hífen (-). Não utilizar espaços entre as citações ou entre a citação e o caractere sobre o qual está posicionada.

Alguns exemplos:

Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura.<sup>3,7,8</sup>

Existe extensa literatura a respeito do sistema utilizado,<sup>9-12</sup> bem como das propriedades dos materiais empregados.<sup>13</sup>

salicilato de sódio,<sup>1-3</sup>

Nishide et al.,<sup>4</sup>

... pela redução do ácido crômico,<sup>4-8,12</sup>

(Três ou mais referências consecutivas devem ser citadas utilizando-se o hífen)

Na seção Referências, as abreviações dos títulos de periódicos devem estar de acordo com as definidas no Chemical Abstracts Service Source Index (ver <http://cassi.cas.org>).

Caso o periódico não esteja listado no CASSI, o título deve ser escrito por extenso.

As normas para o ano, o volume e as páginas seguem abaixo para diversos tipos de literaturas. A pontuação, os espaçamentos, os negritos e os itálicos devem ser verificados com atenção. Manuscritos com referências fora das normas da revista serão reenviados ao autor até que os erros sejam verificados e corrigidos.

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; J. Indian Chem. Soc. 1990, 67, 518.

2. No caso especial da revista citada não ser de fácil acesso, é recomendado citar o seu número de Chemical Abstract, como segue:

Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; Izv. Vyssh. Uchebn. Zadev.; Khim. Khim. Tekhnol. 1976, 19, 708. (CA 85:78051s).

3. Caso o trabalho tenha doi, mas não a referência completa, citar DOI da seguinte maneira:

Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; Electrochimica Acta (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

4. É recomendado o uso de referências compostas na medida do possível, em lugar de uma lista de referências individuais. O estilo das referências compostas é o seguinte:

Varela, H.; Torresi, R. M.; J. Electrochem. Soc. 2000, 147, 665; Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; J. Braz. Chem.

Soc. 1996, 7, 123; Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.;  
Quim. Nova 2001, 24, 473.

Patentes:

Devem ser identificadas da seguinte forma (na medida do possível o número do  
Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses).

5. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; Jpn. Kokai  
Tokkyo Koho 79 73,771 1979.(CA 91:P193174v)

6. Kadin, S.B.; US pat. 4,730,004 1988. (CA 110:P23729y)

7. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T.; Br PI 9.604.468-3,1999.

Livros:

com editor(es):

8. Regitz, M. Em Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry;  
Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

sem editor(es):

9. Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; Advanced Inorganic Chemistry, 5th ed., Wiley: New  
York, 1988.

Programas de computação (Softwares):

10. Sheldrick, G. M.; SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement;  
Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

Teses:

11. Velandia, J. R.; Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Brasil, 1997.

Material apresentado em Congressos:

12. Ferreira, A. B; Brito, S. L.; Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira  
de Química, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

Páginas Internet:

<http://www.sbq.org.br/jbcs>, acessada em Junho 2001.

Material não publicado:

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; J. Braz. Chem. Soc., no prelo.

Para material submetido mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; J. Braz. Chem. Soc., submetido. Para trabalho não publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal. Resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.

Manuscritos contendo RMN, IV, espectros de massas, etc.

Sempre que um composto é sintetizado ou identificado (novo ou conhecido previamente), é obrigatório o envio de todos os dados espectrais (dados e espectros) como Material Suplementar (ver seção Material Suplementar) no momento da submissão do manuscrito.

Material Suplementar

Esta modalidade foi criada para que o texto principal seja objetivo e contenha o número estritamente necessário de Figuras e Tabelas.

O conteúdo do Material Suplementar (MS) deverá ser colocado no final do trabalho, após a seção REFERÊNCIAS. Quando houver MS, deve ser criada uma seção MATERIAL SUPLEMENTAR, logo após a seção CONCLUSÃO, com a descrição de seu conteúdo. O texto deve também indicar o acesso livre ao MS a partir do website da revista Química Nova (<http://quimicanova.sbq.org.br/>).

Elementos gráficos e Tabelas do Material Suplementar devem ser numeradas sequencialmente, com a letra S após a numeração. Ex: Figura 1S, Tabela 4S, etc.

Apesar de complementar a informação do manuscrito, o MS deve ser um documento completo. Caso sejam usadas referências, elas devem ser listadas ao final do próprio MS e numeradas na forma 1S, 2S, ...

Os Editores poderão solicitar aos autores, em qualquer fase da tramitação, a separação de Material Suplementar.

### 3. DURANTE A SUBMISSÃO

A QN oferece aos autores apenas submissão on line.

Submissões efetuadas após 23 de maio de 2014 devem ser feitas através do sistema ScholarOne-QN clicando no link correspondente em nossa página (<http://mc04.manuscriptcentral.com/qn-scielo>).

Todos os autores devem ter seus nomes introduzidos na plataforma, portanto, durante a submissão, preencha os campos necessários informando o endereço de e-mails dos coautores.

Na plataforma ScholarOne-QN é necessário fazer o upload, SEPARADAMENTE, dos seguintes materiais:

Main document (full.doc), incluindo todas as figuras, tabelas e respectivas legendas, as quais devem ser inseridas após a primeira citação. Esse arquivo deve ser feito utilizando, necessariamente, o modelo disponível para download. No caso do manuscrito conter Material Suplementar, esse deve ser adicionado no final do main document.

Todos os arquivos originais de figuras, incluindo o graphical abstract, em jpg, tiff, opj, xls, cdx, etc. Por exemplo, se o manuscrito contiver 6 figuras, é necessário fazer o upload dos 6 arquivos originais (opj, xls, tiff, etc.) e também o main document com as figuras inclusas.

Observação:

- No caso da figura ser um arquivo de imagem, esse precisa ter alta resolução (mínimo de 300 dpi);
- Por favor, não envie as figuras inseridas num arquivo .doc, envie todos os arquivos originais (opj, xls, tiff, etc.). Isso irá acelerar a avaliação de seu manuscrito e o processo de publicação, no caso de o manuscrito ser aceito.

Um único arquivo .doc ou .docx contendo todas as tabelas;

Arquivos originais das figuras do Material Suplementar.

\*\*\*\*\*

APENAS PARA MANUSCRITOS SUBMETIDOS ANTES DE 23 DE MAIO DE 2014:

Para manuscritos submetidos antes de 23 de maio de 2014, por favor, envie a versão revisada (V2, V3, etc) utilizando nossa plataforma antiga (a mesma utilizada para fazer a submissão). Versões Finais são obrigatórias apenas para submissões anteriores a 23 de maio de 2014, em nossa plataforma antiga.

Para as versões de avaliação

Deve ser gerado um arquivo único, em formato PDF. O sistema online de submissão da Química Nova não aceitará outro formato de arquivo para as versões de avaliação.

Manuscritos Revisados: Manuscritos enviados aos autores para revisão deverão retornar à Editoria dentro de prazo máximo de trinta dias ou serão considerados retirados, sendo que o sistema encerra o processo, não permitindo que seja reaberto. Vencido o prazo, deverá ser feita nova submissão, dando início a um novo processo.

A submissão do manuscrito revisado deverá ser feita pelo mesmo autor, usando o Login e a Senha registrados anteriormente. O autor deve seguir as instruções fornecidas na tela, para envio do documento .pdf completo da versão revisada. Deve ser redigida uma carta de encaminhamento, em pdf, aos assessores, detalhando as alterações feitas na nova versão e justificando as alterações sugeridas nos pareceres e que não foram aceitas pelos autores. Esses dois arquivos devem ser enviados por meio da seção Envio de Nova Versão, na Página do Autor, no sistema de submissão online da revista.

Tão logo seja completada a submissão o sistema informará automaticamente, por e-mail, o código temporário de referência do manuscrito, até que ele seja verificado pela editoria. Então será enviado e-mail contendo o número de referência do trabalho.

Os autores podem conferir o status do manuscrito diretamente pelo sistema.

Para a versão final

Quando for solicitado o envio da versão final, os autores deverão enviar a versão redigida em arquivo .doc/.docx, de acordo com as normas descritas anteriormente. Os elementos gráficos e as tabelas devem ser enviados separadamente, em seus formatos originais:

Estruturas químicas: \*.cdx (ChemDraw, ISIS-Draw e correlatos);

Gráficos: \*.opj/org (Origin) ou \*.xls/xlsx (Excel);

Tabelas: \*.doc (Word) ou \*.xls/xlsx (Excel);

Outros elementos (Figuras, esquemas, etc.): \*.cdr (CorelDraw).

\*\*\*\*\*

A Editoria de QN reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos, de modo a adequá-los às normas da revista ou tornar seu estilo mais claro, respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Qualquer que seja a natureza do manuscrito submetido, ele deve ser original em nível de metodologia, informação, interpretação ou crítica. A qualificação do trabalho poderá ser atestada por consultor(es) ad hoc, indicados pela Editoria.

## CAPÍTULO 2

Efeitos alelopáticos das espécies invasoras *Brachiaria* spp e *Megathyrus maximum* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de *Parapiptadenia rigida*.

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista brasileira de Agroecologia citada em anexo 1 do capítulo 2.

Efeitos alelopáticos das espécies invasoras *Brachiaria* spp e *Megathyrsus maximum* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de *Parapiptadenia rigida*.

Allelopathic effects of weeds *Brachiaria* spp and *Megathyrsus* on the germination and early development of *Parapiptadenia rigida*.

## RESUMO

Espécies invasoras como as gramíneas *Brachiaria* spp e *Megathyrsus maximum* (capim-colonião) surgem durante a sucessão ecológica e passam a se desenvolver juntamente com arbóreas nativas, como a *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho). Essa convivência pode ser influenciada por mecanismos fisiológicos de defesa, como a alelopatia, que é definida como qualquer alteração direta ou indireta, que uma planta exerce sobre outra através da produção e liberação de substâncias aleloquímicas. Esse trabalho teve por objetivo identificar a existência da ação alelopática na germinação das sementes e a possível interferência no desenvolvimento de plântulas de *P. rigida* quando submetidas a extratos aquosos de braquiária e capim-colonião. Foram preparados extratos aquosos de folhas frescas de ambas as espécies invasoras e para cada extrato foi realizado as diluições de 2,5; 5; e 10% (p/v) sendo utilizado como testemunha água destilada (0%). As sementes e as plântulas de *P. rigida* foram submetidas aos diferentes extratos para a realização de posteriores avaliações. O delineamento experimental utilizado foi um DIC em esquema fatorial 2X4. Foi possível verificar que ambos os extratos de braquiária e de capim-colonião, não apresentaram interferência alelopática na germinação das sementes de *P. rigida*. Nos bioensaios de desenvolvimento, as médias referentes ao crescimento das raízes não apresentaram diferença estatística, já as partes aéreas das plântulas apresentaram maior crescimento das plântulas quando submetidas ao extrato de capim-colonião nas maiores concentrações.

Palavras-chave: Alelopatia, gramíneas, invasão biológica, nativas.

## ABSTRACT

Invasive species such as grasses *Brachiaria* spp and *Megathyrsus maximum* (guinea-grass) arise during ecological succession and begin to develop along with native trees, such as *Parapiptadenia rigida* (angico-red). This experience can be influenced by physiological defense mechanisms, such as allelopathy, which is defined as any direct or indirect change, that one plant on another through the production and release of alelochimicals substances. This study aimed to identify the existence of allelopathic action on seed germination and possible interference in the development of *P. rigida* seedlings when exposed to aqueous extracts of brachiaria and guinea-grass . Aqueous extracts of fresh leaves of both invasive species and were prepared for each extract was performed dilutions of 2.5; 5; and 10% (w / v) and distilled water used as a control (0%). Seeds and seedlings of *P. rigida* were submitted to different extracts to carry out further assessment. The experimental design was a DIC in factorial 2X4. It found that both extracts brachiaria and guinea-grass showed no allelopathic interference in the germination of *P. rigida* seeds. In bioassays development, the average for the root growth showed no statistical difference, since the aerial parts of seedlings showed higher seedling growth when subjected to guinea-grass extract the highest concentrations.

Keywords: Allelopathy, grass, biological invasion, native

## INTRODUÇÃO

A invasão biológica é caracterizada quando uma espécie é inserida em um ambiente e, compete com as espécies nativas pelo mesmo nicho ecológico. Tal fenômeno apresenta um inexorável impacto sobre as biotas nativas de todo o planeta, sendo ela um significativo agente de desequilíbrio ambiental (NOVACEK e CLELAND, 2001). Algumas espécies exóticas são oportunistas, e fazem parte desta invasão, podendo dominar algumas fases do processo de sucessão e, eventualmente, formar grande parte do dossel da floresta, especialmente em paisagens muito perturbadas (MARTINS et al., 2011).

Invasões biológicas têm alterado a biota mundial, provocando mudanças no papel de espécies nativas em comunidades, alterando processos evolutivos e a abundância de espécies, por vezes levando à extinção. Como consequência, a introdução de espécies exóticas invasoras é atualmente considerada uma das maiores ameaças à diversidade biológica em escala global (VILÀ et al., 2011), inclusive em unidades de conservação (SPEAR et al., 2013).

No Brasil, várias espécies de gramíneas africanas como *Brachiaria* spp. (capim-braquiária), *Megathyrsus maximum* (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* (capim-gordura), foram introduzidas acidentalmente ou para fins forrageiros, tornando-se espécies invasoras de ecossistemas naturais, principalmente dos ambientes abertos, como campos e cerrados (MATOS e PIVELLO, 2009). As espécies invasoras podem causar efeitos negativos no estabelecimento e desenvolvimento das espécies nativas, pois elas competem com as plantas nativas pelo recurso nutricional do solo, que pode acarretar mudanças na morfofisiologia vegetal e na quantidade e qualidade dos nutrientes absorvidos pela planta (RIZZARDI et al., 2001). Esse estresse nutricional influencia na produção de substâncias de defesa vegetal, como os metabólitos secundários (SILVA e BATALHA, 2011).

Uma árvore nativa de grande ocorrência no sul do Brasil e encontrada nos locais em regeneração natural, convivendo e competindo com espécies invasoras é a *Parapiptadenia rigida* (Benth.), popularmente conhecida como angico-vermelho. Essa espécie florestal pertencente à família Fabaceae, sendo bastante agressiva, e crescendo espontaneamente ao longo de estradas, em beiras de rios e capoeiras, é uma espécie pioneira indicada para a recuperação de áreas degradadas. Após a maturação dos seus frutos, ocorre a chuva de sementes, e estas ficam armazenadas no solo, formando um

banco. As sementes depositadas no solo estão suscetíveis à ação alelopática de outras plantas presentes no ecossistema.

Plantas crescendo próximas uma das outras podem sofrer ou acarretar influência de diversas formas. Assim, a ocorrência de uma espécie em certo ambiente pode ser fortemente pressionada pelas interações entre as plantas que afetam a estrutura e a dinâmica da comunidade, resultando em balanço entre as interações positivas e negativas (MEIADO, 2008).

Conforme Macías et al. (2007), a alelopatia desempenha importante papel nos agroecossistemas e eleva a gama de influências e interações nas comunidades bióticas. A alelopatia é qualquer alteração direta ou indireta que uma planta exerce sobre a outra através de metabólitos secundários denominados aleloquímicos (SILVA et al., 2011). Essas substâncias são provenientes do metabolismo secundário das plantas e pertencem a vários grupos de compostos como alcaloides, terpenos e fenóis.

Os aleloquímicos podem ser liberados através da lixiviação dos tecidos, pela dissolução em água, tanto da parte aérea como das raízes; pela volatilização de compostos aromáticos das folhas, flores, caules e raízes, onde grande número de compostos alelopáticos são liberados na atmosfera e rizosfera, influenciando direta ou indiretamente nas interações entre plantas (GEMIN, 2011).

Esses compostos estão presentes em diferentes órgãos das plantas e, as funções biológicas mais prejudicadas nos vegetais são, entre outras, o crescimento e a atividade fotossintética, sendo que o meio mais comum para determinar o potencial alelopático de uma planta é o estudo do efeito do extrato vegetal sobre sementes ou plântulas de espécies alvo. Em testes de germinação é frequente a observação de dano como queima das radículas ou deformações de raízes provocadas por aleloquímicos, além de sementes não germinadas pela ação de substâncias tóxicas à germinação. (ZENG et al., 2010).

Sendo assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar a existência do efeito alelopático nos extratos aquosos de braquiária e capim-colonião quando submetidos à germinação das sementes e desenvolvimento das suas plântulas de *P. rigida*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Cascavel. As sementes da espécie nativa *P. rigida* foram doadas pelo IAP - Instituto Ambiental do Paraná, da cidade de Cascavel.

Os extratos aquosos utilizados nos testes de germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas de *P. rigida* foram obtidos de folhas frescas das plantas invasoras braquiária e capim-colonião, coletadas nas estações primavera/verão (2013) em seu estágio vegetativo, em locais em regeneração como lavouras abandonadas e clareiras abertas em matas no entorno da cidade de Cascavel (24°57'21"S; 52°27'19"W).

Para o preparo dos extratos aquosos, as folhas das espécies invasoras braquiária e capim-colonião foram coletadas, pesadas, picadas e trituradas em liquidificador, seguindo a proporção 200 g de material vegetal para 1 L de água destilada (p/v). O produto triturado foi filtrado em malha fina sendo considerado o extrato matriz 10% (bruto) e a partir dele foram realizadas as diluições: 0; 2,5; e 5% tanto para braquiária como para capim-colonião.

Após o preparo dos extratos foi aferido o pH, tanto a água destilada usada no seu preparo como para cada uma das diluições realizadas.

#### Bioensaios de germinação das sementes de *P. rigida*

As sementes de *P. rigida* foram beneficiadas visualmente, homogeneizadas e desinfetadas com hipoclorito de sódio (20%). Os rolos de papel germitest, utilizado como substrato, foram autoclavados e posteriormente umedecidos na proporção de 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009), conforme as diluições descritas anteriormente. Sobre o papel (4 folhas) foram distribuídas 25 sementes da espécie nativa, em cada uma das repetições, totalizando quatro repetições por tratamento.

Após semeadura, os tratamentos foram acondicionados em sacos plásticos para evitar a evaporação e levados para câmaras de germinação (BDO) com fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de 25° C (MONDO, 2008a). A contagem das sementes germinadas foi realizada em intervalos de 24 horas por sete dias. O critério utilizado para a avaliação foi a medida de 2 mm da raiz primária (HADAS, 1976) para determinar sementes germinadas.

#### Bioensaio de desenvolvimento das plântulas de *P. rigida*

Para a realização do experimento referente ao desenvolvimento das plântulas foram pré-germinadas 10 sementes de *P. rigida* para cada repetição por tratamento em papel

germitest autoclavado e umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel) os quais foram acondicionados em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25 °C (MONDO, 2008b). Após as sementes atingirem tamanho semelhante e superior a 2 mm de raiz primária, as plântulas foram transferidas para novos rolos de papel germitest (autoclavados) embebidos com as diferentes diluições dos extratos de braquiária e capim-colonião (0; 2,5; 5 e 10%). Para cada tratamento foram feitas quatro repetições.

Os tratamentos foram acondicionados em sacos plásticos e levados para câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de 25 °C, pelo período de sete dias, sendo trocado o extrato do fundo da garrafa a cada dois dias. Após este período, foram realizadas as medições das raízes e das partes aéreas de cada plântula.

#### Análises estatísticas

Para a realização dos bioensaios foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2X4 (duas plantas x quatro diluições), com quatro repetições. Os parâmetros avaliados na germinação foram: porcentagem de germinação (PG%) e índice de velocidade de germinação (IVG). Para o desenvolvimento das plântulas os parâmetros avaliados foram comprimento da raiz (cm), comprimento da parte aérea (PA)(cm) e peso da massa seca (g).

Os dados considerados anormais foram transformados por boxcox, e os valores expressos em porcentagem foram transformados por arco seno  $x/100$  (BRASIL, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores apresentados na Figura 1 indicam que os extratos aquosos de braquiária e capim-colonião, para todas as suas diluições, encontravam-se em faixa de neutralidade.

Conforme os dados observados é possível verificar que os valores do pH dos extratos de braquiária, em suas diferentes diluições, apresentaram variação entre 6,92 – 5,95.

Enquanto que os valores do pH dos extratos de capim-colonião, em suas diferentes diluições, mantiveram-se na faixa de 7,05 – 6,92. Em ambos os extratos nota-se um decréscimo no valor do pH com o aumento das concentrações dos extratos.

Portanto, os valores do pH obtidos neste estudo estão próximos da neutralidade e não interferiram no processo de germinação, visto que tanto a germinação como o desenvolvimento das plantas são afetados negativamente apenas em condições em que o meio esteja extremamente ácido ou extremamente alcalino (SOUZA FILHO et al., 1997).

Na Tabela 1, observam-se os valores da porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *P. rigida* submetidas às diluições de ambos os extratos, braquiária e capim-colonião. Tanto na PG, quanto no IVG não ocorreu interação a 5%, de significância, sendo que os tratamentos e as suas médias foram estatisticamente iguais.

A porcentagem de germinação das sementes de *P. rigida* submetidas a ambos os extratos manteve-se acima de 95%, mostrando alta viabilidade mesmo na presença dos extratos. O IVG também foi semelhante para ambos os extratos, a germinação das sementes de *P. rigida* foi similar em todas as diluições.

Através do *screen* fitoquímico realizado nos extratos de braquiária e capim-colonião, foram identificados alguns grupos de aleloquímicos como, alcaloides, esteroides e triterpenoides, flavonoides, saponina espumídica e taninos (HARTMANN et al., 2014). Esses compostos podem ser potencialmente danosos para o processo de germinação, com capacidade de interferência alelopática. Porém no caso da *P. rigida* não foi observada essa atividade, considerando que ocorreu a emissão da raiz primária em todas as sementes. Essa não intervenção alelopática pode ser resultante das baixas concentrações do extrato aplicadas nas sementes de *P. rigida* ou pela resistência da espécie alvo.

Conforme a análise estatística dos dados obtidos nos bioensaios, não houve interação entre os tratamentos, e ambos os extratos foram estatisticamente iguais, não interferindo na germinação das sementes da espécie alvo.

Semelhante ao que foi observado neste trabalho, Almeida (1999) verificou que os extratos aquosos de três cultivares de *Megathyrsus maximum* não interferiram na porcentagem de germinação das sementes de *Sesbania sesban* (Sesbania). Em contra partida, houve diferença na porcentagem germinativa quando os extratos foram aplicados sobre as sementes de *Leucaena leucocephala* (Leucena) e de *Cajanus cajan* (feijão-Guandú). Ainda não foram esclarecidos os mecanismos de ação dos aleloquímicos na germinação, mas sabe-se que os efeitos alelopáticos são específicos, atuando de maneira diferente entre espécies e até mesmo entre cultivares.

Chou (1989) constatou que os lixiviados de *Brachiaria mutica*, *Panicum repens* e *Digitaria decumbens* inibiram o crescimento da radícula de alface, usada como planta-teste, mas não teve efeito em *Lolium multiflorum* (Azevém).

Souza et al. (1999) utilizando extrato hidroalcoólico, analisaram sua ação alelopática sobre a germinação de sementes de alface e cenoura. Os resultados indicaram alto poder de inibição desses extratos, notadamente nas diluições de 50 e 100%. Os extratos utilizados neste experimento foram preparados utilizando água destilada como solvente, desta forma os compostos aleloquímicos de alta potencialidade podem não ter sido liberados totalmente, e as diluições preparadas mantiveram-se em uma escala baixa, de no máximo 10%, o que pode justificar a ausência de efeitos alelopáticos quando considerado o presente estudo.

Segundo Ferreira (2004), a germinação é menos sensível aos aleloquímicos quando comparada ao desenvolvimento de plântulas, pois o fenômeno é discreto, sendo determinado pela semente germinada ou não. Portanto, muitas vezes, o efeito alelopático não se dá sobre a germinação, mas sobre o desenvolvimento das plântulas, devido às interferências ambientais que bloqueiam ou retardam o andamento de processos metabólicos.

Na Tabela 2 estão dispostos os dados referentes ao desenvolvimento da raiz e da parte aérea das plântulas de *P. rigida*, que tiveram o seu desenvolvimento submetido a ação dos extratos aquosos de braquiária e capim-colonião em suas diferentes diluições. Após a análise do desenvolvimento referente à raiz das plântulas, os resultados mostraram-se estatisticamente iguais para ambos os extratos em todas as diluições.

Quando comparado os dados referentes ao desenvolvimento da parte aérea das plântulas de *P. rigida* foi verificado que para as médias referentes aos tratamentos de braquiária sob as plântulas de *P. rigida*, não houve diferença entre suas diluições, mas observa-se interação significativa entre os tratamentos do extrato de capim-colonião, e por este motivo foram realizados os desdobramentos da ANOVA.

Ao comparar os valores referentes ao desenvolvimento das plântulas submetidas aos extratos de capim-colonião (Tabela 2), observa-se que as diluições 0 e 2,5% são estatisticamente iguais, mas elas diferem das demais diluições. Enquanto que as diluições de 5 e 10% são estatisticamente diferentes entre si, sendo que a diluição de 10% apresentou maior valor de crescimento de PA.

Quando analisado os dados entre os extratos, observa-se que as diluições de 0 e 2,5% de braquiária são estatisticamente iguais aos valores 0 e 2,5 % de capim-colonião. Já os

valores para as diluições 5 e 10% de braquiária são estatisticamente diferentes dos valores 5 e 10% do extrato de capim-colonião.

Não se pode afirmar com certeza qual o processo fisiológico desencadeado que influenciou o crescimento das partes aéreas das plântulas de *P. rigida* sob a influência do extrato de capim-colonião a 10%, mas novos estudos podem determinar se esse crescimento foi resultante do estímulo de aleloquímicos, fenômeno conhecido como efeito da hormese.

O efeito da hormese ou efeito hormético, ocorre quando uma substância tóxica, em doses muito menores que aquela que apresenta toxicidade, estimula o desenvolvimento da planta. Algumas pesquisas demonstraram que certos compostos podem atuar como promotores ou fitohormônios de crescimento (YOKOTANI-TOMITA et al., 1998). Segundo Rice (1984), alguns compostos químicos possuem atividade alelopática inibitória em altas concentrações e, em menores, podem estimular o mesmo processo. Reigosa et al. (1999) explicaram este fato, afirmando que os aleloquímicos podem atuar em vários processos simultaneamente e ter uma resposta diferenciada para o mesmo ou para diferentes processos, dependendo da concentração destes compostos.

Corroborando com o estímulo ao crescimento encontrado nas plântulas de *P. rigida*, Araldi (2011) ao estudar a influência de diferentes extratos de *Hovenia dulcis* Thunb. (Uva-Japão) também na germinação e crescimento inicial de plântulas de *P. rigida*, identificou estímulo no crescimento das raízes das plântulas. Araldi observou que todos os extratos, nas diferentes dosagens, apresentaram o efeito hormese no desenvolvimento da radícula das plântulas de *P. rigida*.

Bonfim (2007) ao avaliar a germinação e o desenvolvimento das plântulas de *Dalbergia miscolobium* (Caviúna do cerrado) observou que essa espécie não tem sua germinação influenciada pelos extratos aquosos brutos foliares de *B. decumbens* e *M. minutiflora*. No entanto, o seu desenvolvimento inicial foi sensível aos efeitos alelopáticos dos extratos de *B. decumbens* (coletada na estação seca) e de *M. minutiflora* (coletada na estação chuvosa). As folhas de braquiária e capim-colonião para o preparo dos extratos neste experimento foram coletadas na estação chuvosa e também não demonstraram influência na germinação das sementes de *P. rigida*, já no desenvolvimento inicial foi observada uma sensibilidade positiva das partes aéreas das plântulas submetidas aos extratos de capim-colonião.

Analisando a interação alelopática entre a espécie nativa *P. rigida* e as espécies invasoras braquiária e capim-colonião, observa-se que a rapidez e o alto potencial de

germinação das sementes da espécie *P. rigida* podem viabilizar programas de recuperação ou revegetação, com a produção de grande quantidade de plantas jovens em menor tempo. Após o plantio, o estabelecimento dos indivíduos pode ocorrer mesmo na presença destas espécies invasoras, pois *P. rigida* está classificada no grupo sucessional das secundárias iniciais e isto favorece o seu crescimento em pequenas áreas abertas. Além disso, a presença dessa espécie em fragmentos estudados por diversos pesquisadores aponta a sua capacidade para se estabelecer em ambientes antropizados. Na Tabela 3 estão dispostas as médias da massa seca da raiz e da parte aérea das plântulas de *P. rigida* submetidas aos extratos de braquiária e capim-colonião, observa-se que, não houve interação significativa a 5% de significância. A quantidade de massa seca de raiz foi muito similar para ambos os extratos com variação de 35 g entre a maior e a menor média em cada extrato. A variação entre a maior e a menor média para a quantidade de massa seca da parte aérea das plântulas foi um pouco menor para o extrato de braquiária, do que, quando comparadas a maior e a menor média de massa seca de PA do extrato de capim-colonião. Mesmo assim, as médias referentes ao peso da massa seca da raiz e da PA das plântulas de *P. rigida* foram estatisticamente iguais em todas as diluições, para ambos os extratos.

## CONCLUSÃO

Os extratos de braquiária e capim-colonião não apresentaram interferência alelopática na germinação das sementes de *P. rigida*, assim como no crescimento das raízes de suas plântulas. Contudo, as partes aéreas das plântulas, submetidas aos extratos de capim-colonião, apresentaram maior crescimento nas maiores concentrações do extrato. Além disso, foi possível verificar que as partes aéreas de *P. rigida* quando expostas ao extrato de capim-colonião nas concentrações 5 e 10% apresentaram maior crescimento quando comparadas ao extrato de braquiária. Portanto, é possível concluir que nas condições em que foi desenvolvido este experimento a *P. rigida* não demonstrou sofrer interferência negativa em sua germinação e desenvolvimento sob a ação dos extratos de braquiária e capim-colonião.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.R.P. **Alelopatia de cultivares de *Panicum maximum* Jacq., sobre leguminosas forrageiras arbustivas e arbóreas.** 1999. 123 f. Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 1999.

ARALDI, D.B. **Interferência alelopática de extratos de *hovenia dulcis* thunb. na germinação e crescimento inicial de plântulas de *parapiptadenia rígida* (benth.) brenan.** 2011. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2011.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Regras para análise de sementes. Brasília, [s.n.], p.399. 2009.

BONFIM, D.C. **Alterações no desenvolvimento de *Lactuca sativa* L. e *Dalbergia miscolobium* Benth. produzidas por extratos de folhas de *Brachiaria decumbes* Stapf. e *Melinis minutiflora* Beauv.** 2007. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 2007.

CHOU, C. H. Allelopathic of subtropical vegetation in Taiwan. IV. Comparative phytotoxic nature of leachate four subtropical grasses. **J. Chem. Ecol.**, v. 15, n. 7, p. 2149- 2159, 1989.

FERREIRA, A.G. **Germinação do básico ao Aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

GEMIN, C.A.B. **Estudo fotoquímico e avaliação de atividades biológicas do extrato etanólico de *Acicarpa Spathulata* R. Br. (Calyceraceae).** 2011. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas).

HADAS A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. **Experimental of Botany.** v.27, p. 480-489, 1976.

HARTMANN, K.C.D. et al. Análise fitoquímica e ação alelopática dos extratos das gramíneas invasoras *Brachiaria* spp e *Megathyrus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs. **Química Nova**. No prelo.

MACÍAS, F.A. et al. Allelopathy – a natural alternative for weed Control. **Pest Management Science**. v.63, p.327-348, 2007.

MARTINS, C.R. et al. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minuti-flora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. **Revista Brasileira de Botânica**, V.34, p.73–90, 2011.

MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres - alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009.

MEIADO, M. V. **A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e sua relação com a comunidade de plantas em ambiente semi-árido no Nordeste do Brasil**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MONDO, V.H.V.; BRANCALION, P.H.S.; CICERO, S.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; DOURADO NETO, D. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.177-183, 2008.

NOVACEK, M. J.; CLELAND, E. E. The current biodiversity extinction event: Scenarios for mitigation and recovery. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 10, p. 5466-5470, 2001.

REIGOSA, M.J. et al. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Science** v. 18, n.5, p. 577-608, 1999.

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

RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001.

SILVA, D. M.; BATALHA, M. A. Defense syndromes against herbivory in a Cerrado plant community. **Plant Ecol.**, v. 212, n. 2, p. 181-193, 2011.

SILVA, H.L. et al. Potencial supressivo de genótipos e níveis de palha de girassol (*Helianthus annuus* L.) sobre o desenvolvimento de picão preto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1, p.10-20, 2011.

SOUZA, C. L. M. et al. Efeito inibidor dos extratos hidroalcoólicos de coberturas mortas sobre a germinação de sementes de cenoura e alface. **Planta Daninha**, v.17, n.2, p. 263-272, 1999.

SOUZA FILHO A.P.S.et al. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1997; v. 32, n.2, p.165-170, 1997.

SPEAR, D. et al. Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v.159, p.137-147, 2013.

VILÀ, M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. **Ecology Letters**, v.4, p.702-708, 2011.

YOKOTANI-TOMITA, K. et al. Growth-promoting allelopathic. Substance exuded from germinating *Arabidopsis thaliana* seeds. **Phytochemistry**, V.47, p. 1-2, 1998

ZENG, R.S.et al. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. [s.l.] New York: Springer Verlag, p. 426, 2010.

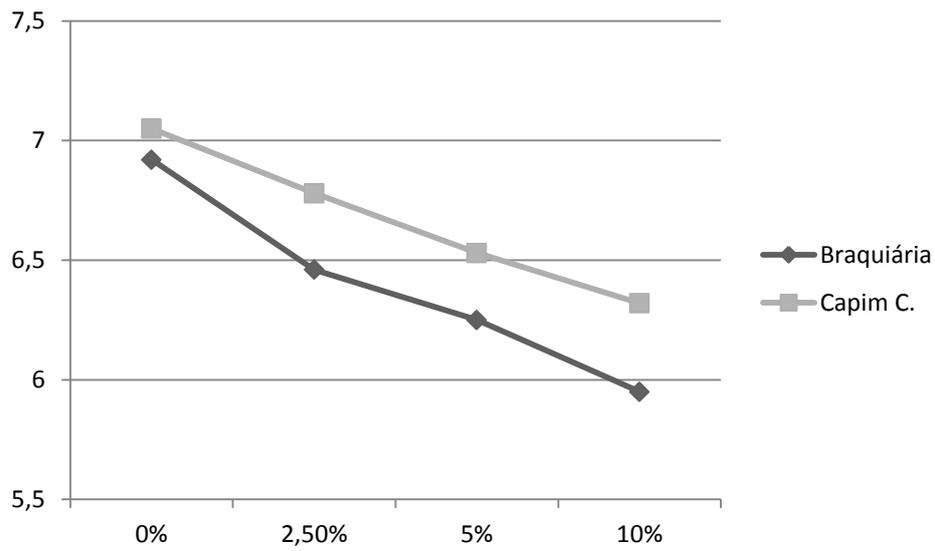


Figura 1: Aferição do pH dos extratos de braquiária e capim-colonião em suas diferentes concentrações (Cascavel-PR, 2104)

Tabela 1: Valores referentes á porcentagem de germinação (PG) e ao índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *P. rigida*, submetidas as diferentes diluições dos extratos de *Brachiaria* e *M. maximum*. (Cascavel-PR, 2014)

Diluições % (p/v)	Germinação (%)		IVG	
	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>
0	98	99	11,42	13,02
2,5	96	97	12,72	13,06
5	97	98	12,77	12,98
10	99	99	13,56	13,11
CV	9,41		5,9	

Dados não diferem ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 2: Valores referentes ao desenvolvimento da raiz e da parte aérea (PA) das plântulas de *P. rigida* submetidas aos extratos aquosos de *Brachiaria* e *M. maximum*, aos sete dias após a germinação (Cascavel-PR, 2014)

Diluições% (p/v)	Raiz (cm)		Parte aérea (cm)	
	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>
0	6,41	5,0	4,27 aA	3,95 bA
2,5	5,81	4,48	3,60 aA	3,8 bA
5	4,66	5,19	3,58 aB	4,96 abA
10	4,83	4,36	4,37 aB	5,43 aA
CV	21,1%		14,7%	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3: Dados referentes ao peso da massa seca da raiz e da parte aérea (PA) das plântulas de angico-vermelho desenvolvidas sob os extratos de *Brachiaria* e *M. maximum*, aos sete dias após a germinação (Cascavel-PR, 2014)

Diluições% (p/v)	Raiz (g)		Parte aérea (g)	
	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>	<i>Brachiaria</i>	<i>M. maximum</i>
0	14,40	14,40	12,09	12,09
2,5	14,78	14,41	11,61	11,83
5	14,83	15,35	11,60	12,30
10	15,84	13,26	12,07	11,58
CV	9,95%		6,07%	

Dados não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## Anexo 1

Normas para publicação na REVISTA BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA  
AVISO: A Revista Brasileira de Agroecologia, como qualquer periódico científico, não tolera qualquer forma de plágio (total, parcial ou conceitual). No caso de identificação de plágio, os autores plagiados serão informados e os autores do plágio serão bloqueados.

SÃO PERMITIDOS NO MÁXIMO 4 (QUATRO) CO-AUTORES. Para um maior número de Co-autores, será preciso encaminhar ao editor-chefe uma justificativa. A SUBMISSÃO SÓ SERÁ ENCAMINHADA PARA AVALIAÇÃO DEPOIS QUE OS CO-AUTORES ENVIAREM EMAIL DE QUE CONCORDAM COM A SUBMISSÃO.

Os autores devem cadastrar-se no site (<http://www.abaagroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/user/register>) e submeter a contribuição (em inglês, português ou espanhol), eletronicamente, através do endereço: <http://www.abaagroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/about/submissions#onlineSubmissions>

Na contribuição submetida deverão constar:

- Título em português ou espanhol, com apenas a primeira letra capsulada (caixa alta);
- Título em inglês, com apenas a primeira letra capsulada (caixa alta); - obrigatório para todos os textos;
- Resumo em português ou espanhol (até 1.000 caracteres);
- Resumo em inglês (até 1.000 caracteres); - obrigatório para todos os textos;
- Palavras-chave em português ou espanhol: três, no mínimo;
- Palavras-chave em inglês: três, no mínimo;
- texto, sem qualquer identificação de autoria, seja no cabeçalho, seja no corpo do texto, para avaliação pelos consultores.

O nome do autor deve ser removido das propriedades do documento (acessíveis em "Propriedades do documento", opção do menu "Arquivo" do MS Word e OpenOffice.org 1.0 Writer).

A identificação da autoria dar-se-á através do cadastro, etapa anterior e necessária para a submissão. O autor deverá, portanto, preenchê-lo de maneira cuidadosa, respeitando os campos de preenchimento de titulação e afiliação institucional (a que instituição pertence).

Outras informações poderão ser submetidas no campo de preenchimento chamado Comentários ao Editor, no momento da submissão da contribuição.

## TEXTO

Contendo de 8 a 25 laudas, aproximadamente (16.800 caracteres a 50.000 caracteres), em espaçamento entre-linhas de 1,5. Serão aceitos textos nos idiomas português, espanhol, ou inglês;

Os textos deverão ser submetidos em formato Microsoft Word 97/2000/XP (.doc), OpenOffice.org Text Document (.sxw ou .odt) ou em Rich Text Format (.rtf), com tamanho do papel A4, 2,5 cm de margens superior e inferior, e 3,0 cm de margens direita e esquerda, e em fonte Times New Roman 12;

Tabelas e figuras (em formato JPEG) devem constar ao final do artigo, após a Bibliografia, uma por página. Em cada artigo só serão aceitas até quatro (4) figuras ou tabelas. Acima disso os autores devem encaminhar ao editor solicitação especial justificando a necessidade de mais tabelas ou figuras. Não se deve exceder o limite

máximo de 700 kb por imagem. As tabelas e figuras devem ser encaminhadas também como arquivos suplementares.

Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos.

Limitar as referências bibliográficas a 30 por artigo,

## CITAÇÕES NO TEXTO

Citações no texto deverão ser feitas com os sobrenomes dos autores em caixa alta, quando entre parêntesis, ou em caixa baixa quando fora de parêntesis, conforme exemplos a seguir: ...A Agroecologia surgiu como campo científico na primeira metade do século XX (DALGAARD et al., 2003);ou...Segundo Dalgaard et al. (2003), a Agroecologia surgiu como campo científico na primeira metade do século XX.

Havendo duas ou mais obras citadas do mesmo autor e ano, indicar após a data a letra "a" para a primeira e a letra "b" para a segunda, e assim por diante. Ex.: Altieri (1983a). Altieri (1983b).

Sendo feita transcrição de parte de texto publicado, colocar texto reproduzido entre aspas no caso de reprodução de menos de cinco linhas, ou recuar e colocar texto em itálico, entre aspas e citar autores e página do texto quando com mais de cinco linhas.

Citação de citação: colocar o nome do autor original, a data respectiva entre parênteses, e ainda entre parênteses a palavra apud e o nome do autor efetivamente consultado com a data respectiva. Ex.: Adorno (1979, apud MAAR, 1996).

NOTAS (se houver)

Serão arroladas ao final do texto, numeradas e em sequência.

## ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Antes das referências deverá também ser descrito, quando apropriado, que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que em estudos realizados com animais foram atendidas normas de bioética.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Indicar somente as que constam do texto, conforme normas técnicas da Abnt 2002 – (NBR 6023/2000). Como exemplos:

JENNINGS, P.B. The practice of large animal surgery. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Três autores) Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros. Manaus : INPA, 1979. 95p.

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. The thyroid. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

BORSOI FILHO, J.L. Variabilidade isoenzimática e divergência genética de seis cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Viçosa, 1995.

AUDE, M.I.S. et al. (Mais de 2 autores) Época de plantio e seus efeitos na produtividade e teor de sólidos solúveis no caldo de cana-de-açúcar. Ciência Rural, Santa Maria, v.22, n.2, p.131-137, 1992.

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

BORSOI FILHO, J.L. Variabilidade isoenzimática e divergência genética de seis cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Viçosa, 1995. 52p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

ROGIK, F.A. Indústria da lactose. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

Informação verbal: identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

LeBLANC, K.A. New development in hernia surgery. Capturado em 22 mar. 2000. Online. Disponível na Internet <http://www.medscape.com/Medscape/surgery/TreatmentUpdate/1999/tu01/public/toc-tu01.html>.

LACEY, HUGH. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. São Paulo Perspec. [online]. July/Sept. 2000, vol.14, no.3 [cited 01 May 2006], p.53-59. Available from World Wide Web: . ISSN 0102-8839.

Diretrizes para submissão (Todos os itens obrigatórios)

- A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista ou submetida como artigo completo de congressos.  
La contribución es original y inédita, y no está siendo evaluada para su publicación por otra revista

- Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (.doc), Rich Text Format (.RTF) ou OpenOffice.org 1.0 Text Document (.sxw ou .odt)  
Los archivos de presentación están en formato Microsoft Word (.doc), Rich Text Format (.RTF) ou OpenOffice.org 1.0 Text Document (.sxw ou .odt)

- Todos os endereços "URL" no texto estão ativos.  
Todos los enderesos están activos  
All site addresses are active

- As submissões estão de acordo com todas as regras estabelecidas nas diretrizes aos autores

Aviso de Copyright

Direitos Autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude da aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

#### Declaração de privacidade

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

#### CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista ou submetida como artigo completo de congressos. La contribución es original y inédita, y no está siendo evaluada para su publicación por otra revista

Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (.doc), Rich Text Format (.RTF) ou OpenOffice.org 1.0 Text Document (.sxw ou .odt) Los archivos de presentación están en formato Microsoft Word (.doc), Rich Text Format (.RTF) ou OpenOffice.org 1.0 Text Document (.sxw ou .odt)

Todos os endereços "URL" no texto estão ativos. Todos los enderesos están activos All site addresses are active

As submissões estão de acordo com todas as regras estabelecidas nas diretrizes aos autores.

#### DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

##### Aviso de Copyright

Direitos Autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

#### POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

## CAPÍTULO 3

AÇÃO ALELOPÁTICA DAS ESPÉCIES INVASORAS *Brachiaria* spp E  
*Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs SOBRE MUDAS DE  
*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

O artigo segue as normas sugeridas pela Revista *Árvore* citada em anexo 1 do capítulo 3.

ACÇÃO ALELOPÁTICA DAS ESPÉCIES INVASORAS *Brachiaria* spp E *Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs SOBRE MUDAS DE *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

RESUMO

Faixas de florestas nativas apresentam capacidade de se recuperarem de distúrbios naturais ou antrópicos através da regeneração natural, onde surgem espécies nativas e também espécies invasoras, através da sucessão ecológica. As plantas que surgem nestas áreas perturbadas podem apresentar uma interação fisiológica denominada alelopatia, na qual são produzidas e liberadas substâncias provenientes do metabolismo secundário, com capacidade inibitória ou de estímulo para outras plantas. Este trabalho procurou comparar a atividade alelopática dos extratos aquosos das espécies invasoras *Brachiaria* spp e *Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (capim-colonião) sobre mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho). Foram preparados extratos aquosos das folhas frescas das espécies invasoras nas diluições de 0; 2,5; 5 e 10%, distribuídos em sete tratamentos (T1:0%, T2:2,5% braquiária, T3:2,5% capim-colonião, T4:5% braquiária, T5:5% capim-colonião, T6:10% braquiária e T7:10% capim-colonião) os quais foram aplicados em vasos com mudas de *P. rigida*. O experimento foi um DBC dois X três mais adição de testemunha com parcelas subdivididas no tempo, sendo avaliado no período de seis meses o crescimento das mudas em: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm), número de folhas e ao final o peso da massa seca (g). Ao analisar os resultados, não foi identificada interferência alelopática significativa dos extratos das espécies invasoras no desenvolvimento das mudas de *P. rigida*.

Palavras-chave: alelopatia; regeneração natural; interação.

ACTION ALLELOPATHIC OF INVASIVE SPECIES *Brachiaria* spp. AND *Megathyrsus maximum* (jacq) BK Simon & S.W.L. Jacobs IN PLANTS NATIVE SPECIES *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

ABSTRACT

Tracks of native forests have ability to recover from natural or human disturbances through natural regeneration, where native species arise and also invasive species through ecological succession. Plants that emerge in these disturbed areas may have a physiological interaction called allelopathy, which are produced and released substances from the secondary metabolism, with inhibitory or stimulating capacity to other plants. This study sought to compare the allelopathic activity of aqueous extracts of invasive species *Brachiaria* and *Megathyrsus maximum* (jacq) BK Simon & S.W.L. Jacobs) (guinea-grass) on seedlings of *P. rigida* (Benth.) Brenan (angico-red). Aqueous extracts were prepared from fresh leaves of invasive species in dilutions 0; 2.5; 5 and 10%, distributed in seven treatments (T1: 0%, T2: 2.5% brachiaria Q3: 2.5% guinea-grass, T4: 5% brachiaria, T5: 5% guinea-grass, T6: 10 brachiaria T7% and 10% guinea-grass) which were invested in vessels with *P. rigida* seedlings. The experiment was a DBC two X three most adding witness with split plot, being evaluated in six months seedling growth in plant height (cm), stem diameter (cm), number of leaves and in the end the weight of the dough Dry (g). When analyzing the results, significant allelopathic interference of extracts of invasive species in the development of *P. rigida* seedlings was not identified.

Keywords: allelopathy; natural regeneration; interaction.

## INTRODUÇÃO

O Código Florestal brasileiro institui as regras gerais sobre onde e de que forma o território nacional pode ser explorado ao determinar as áreas de vegetação nativa que devem ser preservadas e quais regiões são legalmente autorizadas a receber os diferentes tipos de produção rural. Essas áreas de vegetação denominadas como Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, apresentam a capacidade de se recuperarem de distúrbios naturais ou antrópicos através da regeneração natural. A regeneração é, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (SILVA et al., 2007; BRASIL, 2012). A utilização das espécies nativas na recuperação destes locais, que foram degradados, contribui para a conservação da biodiversidade regional, protegendo ou expandindo as fontes naturais de diversidade genética da flora em questão e da fauna a ela associada (GOMES; CHAVES, 2004).

Uma árvore nativa comumente encontrada e muito conhecida na região sul do Brasil é o angico-vermelho. A *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, pertencente à família Fabaceae, e é de ocorrência natural na mata latifoliada semidecídua (LORENZI, 2008). É recomendada para recuperação de áreas degradadas e para restauração florestal, por ser uma espécie pioneira agressiva, propagando-se muito bem naturalmente, com grande capacidade de desenvolvimento e adaptação. É comumente encontrada em terrenos abandonados e frequentemente observada nas associações secundárias, ocupando posição importante nas capoeiras e nos capoeirões. Apresenta regeneração natural abundante em clareiras abertas na floresta e sob povoamentos implantados (BACKES et al., 2002).

Em todas as florestas, além do surgimento das espécies nativas, ocorre a contaminação biológica, que se refere aos danos causados por espécies que não fazem parte, naturalmente, de um dado ecossistema, mas que se naturalizam, passando a se dispersar e provocar mudanças no funcionamento do bioma, não permitindo sua recuperação natural (HORÛS, 2013). Diversas gramíneas africanas trazidas ao Brasil como forrageiras espalharam-se por grandes extensões e alteram a evolução das espécies nativas através de exclusão por competição; alelopatia; deslocamento de nicho; hibridação e introgressão genética; e predação, podendo levar as espécies nativas a extinção, sendo considerada uma das principais ameaças para a conservação da biodiversidade em áreas protegidas (MARTINS et al., 2006).

Entre as plantas invasoras de maior interesse, quanto a sua grande propagação em áreas de plantio abandonados e pela competição com espécies arbóreas, estão as espécies de gramíneas dos gêneros *Brachiaria* spp e o *Megathyrsus maximum* (jacq) (capim-colonião). São agressivas e resistentes, dispersam facilmente interferindo significativamente com as culturas infestadas. Sem controle, podem tomar o lugar de espécies nativas e com o solo encoberto, fica muito difícil para que novas árvores cresçam (LORENZI, 2002).

Todas as plantas, nativas ou não desenvolvem mecanismos de defesa, que se baseiam na síntese de determinados metabólitos secundários (aleloquímicos), que quando liberados no ambiente poderão interferir em alguma etapa do ciclo de vida de outra planta. O termo alelopatia é definido, como todo efeito que direta ou indiretamente, de maneira benéfica ou danosa, uma planta exerce sobre outra, perante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (SILVA et al., 2007; GOLDFARB et al., 2009). Substâncias alelopáticas são provenientes do metabolismo secundário das plantas, estas podem ser liberadas através da lixiviação dos tecidos, pela dissolução em água, tanto da parte aérea como das raízes; pela volatilização de compostos aromáticos das folhas, flores, caules e raízes, onde um grande número de compostos alelopáticos são liberados na atmosfera e rizosfera, influenciando direta ou indiretamente nas interações entre plantas (GEMIN, 2011).

Esses compostos interferem diretamente no crescimento e no metabolismo vegetal, envolvem alterações em nível citológico, fitormonal, nos processos respiratórios e fotossintéticos, na síntese de proteínas, na quebra e reestruturação lipídica e de ácidos orgânicos, no estímulo ou inibição dos processos enzimáticos específicos e até mesmo nos efeitos sobre a relação hídrica e sobre a síntese de ácidos nucléicos nas plantas (BORELLA et al., 2010).

Visando a importância do surgimento e desenvolvimento de espécies nativas durante a regeneração natural e a possível interação alelopática com espécies invasoras, este trabalho teve por objetivo comparar a atividade alelopática de braquiária e do capim-colonião em mudas de *P. rigida*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em casa de vegetação na Universidade Estadual do Oeste do Paraná. As mudas de *P. rigida* foram doação do IAP - Instituto Ambiental do Paraná, da cidade de Cascavel.

As folhas das espécies invasoras utilizadas nos extratos foram coletadas nas estações primavera/verão (2013/2014), em seu estágio vegetativo, em locais em regeneração, como lavouras abandonadas e clareiras abertas em matas, no entorno da cidade de Cascavel (24°57'21" S e 53°27'19" W).

## 2.1 Preparo dos extratos aquosos:

Para o preparo do extrato aquoso de folhas frescas as espécies invasoras foram coletadas mensalmente, pesadas, picadas e trituradas em liquidificador com água destilada, sendo 200 g de material vegetal para 1 L de água. O produto triturado e processado foi filtrado em malha fina, sendo considerado o extrato matriz (10%) e a partir dele foram realizadas as seguintes diluições: 0; 2,5 e 5% (p/v), constituindo sete tratamentos: Tratamento 1 (T1) água destilada (0%); Tratamento 2 (T2) braquiária 2,5%; Tratamento 3 (T3) capim-colonião 2,5%; Tratamento 4 (T4) braquiária 5%; Tratamento 5 (T5) capim-colonião 5%; Tratamento 6 (T6) braquiária 10%; Tratamento 7 (T7) capim-colonião 10%.

Após o preparo dos extratos foi aferido o pH, tanto da água destilada usada no seu preparo como de cada uma das diluições realizadas, sendo posteriormente determinado uma média final dos pH dos seis meses.

## 2.2 Análise do desenvolvimento das mudas:

Para a avaliação do desenvolvimento das mudas de *P. rigida* sob o efeito dos extratos das plantas invasoras braquiária e capim-colonião, foram utilizadas mudas com idade média de 5 meses, as quais foram transplantadas para vasos plásticos (5 L) contendo 4 Kg de solo cada, com uma muda por recipiente. As mudas foram acondicionadas em casa de vegetação no período de novembro a abril (2013/2014), com irrigação (250 mL) a cada dois dias, condições de luminosidade e temperatura ambiente.

O solo usado nos vasos (Latosolo vermelho) foi analisado em laboratório para verificação do seu pH e macronutrientes, sendo que o pH foi corrigido através da calagem, para obtenção de valores próximos a uma faixa de neutralidade. Os vasos com as mudas foram dispostos na casa de vegetação em quatro blocos. Para cada tratamento (diluição) foram feitas quatro repetições com 10 mudas cada repetição.

Estas mudas foram avaliadas quanto o seu desenvolvimento sob o efeito dos tratamentos, através da análise dos parâmetros altura de planta (régua/trena), diâmetro do caule (paquímetro) e número de folhas, avaliados mensalmente em um período de seis meses.

Para simular a liberação contínua de aleloquímicos no solo pelas plantas invasoras os extratos foram repostos mensalmente após cada avaliação, seguindo o cálculo da retenção de água de cada vaso. Para tanto, um vaso contendo 4 Kg de solo foi colocado em uma caixa com água, ficando submerso por 24 horas, posteriormente foi deixado drenando naturalmente por um período de mais 12 horas. Ao ser pesado novamente, a capacidade de retenção do vaso foi de 4.400 Kg.

Mensalmente cada vaso utilizado no experimento foi pesado devendo conter os 4 Kg de solo mais a quantidade de 400 mL de água/extrato referentes ao resultado da capacidade de retenção nas proporções: T1: 400 mL água; T2/T3: (2,5%) 390 mL água/10 mL extrato; T4/T5: (5%) 380 mL água/20 mL extrato; T6/T7: (10%) 400 mL extrato.

Após a última avaliação (sexto mês) foram escolhidas aleatoriamente quatro plantas, de cada tratamento por bloco, sendo separadas suas raízes e folhas. As raízes e as folhas foram pesadas e acondicionadas em sacos de papel, em seguida, levados para estufa de circulação de ar a 70 °C por 48 horas. Sendo pesadas novamente, para análise do peso da massa seca.

### 2.3 Análises estatísticas

Foi utilizado delineamento experimental em blocos inteiramente casualizado (DBC) em esquema fatorial 2x3 (duas espécies X três diluições) mais adição de testemunha, com parcelas subdivididas no tempo, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Os parâmetros avaliados foram altura das mudas (cm), diâmetro do caule (cm), número de folhas e peso da massa seca(g).

Os dados considerados anormais foram transformados por boxcox para altura e número de folhas e  $\log_{10}(x+1)$  para o diâmetro. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, e as médias dos tratamentos comparadas à testemunha pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, pelo programa R.

## RESULTADOS

Após a análise do pH dos extratos aquosos das folhas fresca os dados aferidos para os extratos de braquiária permaneceram em uma faixa de 6,92 – 5,95, e para os extratos de capim-colonião o pH manteve-se na faixa de 7,05 – 6,92. Percebe-se que os valores das médias dos seis meses do pH diminuem com o aumento das diluições dos extratos. Ambos os extratos mostraram uma baixa variação entre os valores do seus pH, apresentando-se em uma faixa de neutralidade, sendo considerados ideais para o desenvolvimento de espécies nativas.

Entra Figura 1

Ao serem comparados os extratos de braquiária e de capim-colonião e suas diferentes diluições para cada avaliação, os resultados mostram que na primeira, quarta, quinta e sexta avaliação não houve interação a 5% de significância pelo teste de Tukey, não ocorrendo diferença estatística significativa na análise de variância entre os extratos ou entre suas diluições para nenhum dos três parâmetros avaliados (altura de planta, diâmetro do caule e numero de folhas).

Analisando o parâmetro altura de planta, na avaliação 1 (1º mês) em cada uma das diluições, as médias para o extrato de braquiária foram de 28,66 para 2,5%; 26,65 para 5% e 27,48 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 28,83 para 2,5%; 27,95 para 5% e 28,77 para 10%. Na avaliação 4 (4º mês) as médias para o extrato de braquiária em suas diluições foram de 54,95 para 2,5%; 52,63 para 5% e 53,07 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 55,54 para 2,5%; 54,47 para 5% e 52,59 para 10%. Na quinta (5º mês) avaliação as médias para o extrato de braquiária foram de 58,56 para 2,5%; 55,72 para 5% e 55,46 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 56,89 para 2,5%; 57,5 para 5% e 53,2 para 10%. E na ultima avaliação (6º mês) as médias para o extrato braquiária foram de 58,52 para 2,5%; 58,71 para 5% e 56,43 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 57,52 para 2,5%; 57,72 para 5% e 55,86 para 10%.

As médias referentes ao parâmetro diâmetro para ambos os extrato em suas diferentes diluições foram na primeira avaliação (1º mês) para o extrato de braquiária de 0,48 para 2,5%; 0,42 para 5% e 0,49 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 0,47 para 2,5%; 0,46 para 5% e 0,45 para 10%. Na quarta avaliação (4º mês) as médias do extrato de braquiária foram de 0,66 para 2,5%; 0,64 para 5% e 0,70 para 10% e as médias para o extrato de capim-colonião foram de 0,63 para 2,5%; 0,65 para 5% e 0,66 para 10%. Para a quinta avaliação (5º mês) as médias para o extrato de braquiária foram de 0,95 para 2,5%;

0,74 para 5% e 0,77 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 0,76 para 2,5%; 0,77 para 5% e 0,75 para 10%. E na sexta avaliação (6º mês) as médias do extrato de braquiária foram de 1,0 para 2,5%; 0,88 para 5% e 0,90 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 0,87 para 2,5%; 0,87 para 5% e 0,88 para 10%.

Para o parâmetro número de folhas na primeira avaliação (1º mês) as médias para o extrato de braquiária foram de 6,45 para 2,5%; 6,75 para 5% e 7,2 para 10% e para o extrato de capim-colonião as médias foram de 7,17 para 2,5%; 6,1 para 5% e 5,95 para 10%. Na quarta avaliação (4º mês) as médias para o extrato de braquiária foram de 28,22 para 2,5%; 28,77 para 5% e 29,37 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 30,45 para 2,5%; 26,55 para 5% e 28,7 para 10%. Para a quinta avaliação (5º mês) as médias para o extrato de braquiária foram de 29,29 para 2,5%; 28,27 para 5% e 29,78 para 10% e para o extrato de capim-colonião foram de 31,05 para 2,5%; 27,17 para 5% e 29,77 para 10%. E na sexta avaliação (6º mês) as médias do extrato de braquiária foram de 29,1 para 2,5%; 28,12 para 5% e 29,3 para 10% e as médias para o capim-colonião foram de 29,55 para 2,5%; 25,17 para 5% e 27,8 para 10%.

No segundo mês de avaliação para todos os parâmetros não há diferença significativa entre os extratos, quando comparadas as diluições, para o parâmetro altura não ocorreu diferença estatística entre as diluições do extrato de braquiária e entre as diluições do extrato de capim-colonião, já para o parâmetro diâmetro para o extrato de braquiária as diluições 5 e 10 % diferem da diluição 2,5 % sendo esta a maior média e para o extrato de capim-colonião as diluições 2,5 e 5% diferem da diluição 10%, sendo esta a menor média. Para o parâmetro número de folhas também não ocorreu diferença estatística entre as diluições de ambos os extratos.

Na terceira avaliação os extratos de braquiária e capim-colonião diferiram para todos os parâmetros e quando comparadas as diluições, para o extrato de braquiária no parâmetro altura as diluições 2,5 e 5 % diferem da diluição 10%, sendo esta a maior média, para o extrato de capim-colonião as diluições 2,5 e 10% diferem da diluição 5%, sendo esta a maior média. O parâmetro diâmetro do caule não apresentou diferença estatística significativa entre as diluições em ambos os extratos. No parâmetro número de folhas para o extrato de braquiária, observa-se que as diluições 2,5 e 5% diferem estatisticamente da diluição 10%, sendo esta a maior média e para o extrato de capim-colonião as diluições 5 e 10% diferem da diluição 2,5%, sendo esta a maior média.

Entra Tabela 1

Através do teste de Dunnett foram comparados os extratos e suas diferentes diluições com a testemunha em cada avaliação. Através da análise de variância nota-se que na primeira, terceira, quarta, quinta e sexta avaliação os dados não diferiram ao nível de significância de 5%, sendo estatisticamente iguais.

Somente a segunda e a terceira avaliação mostraram diferenças estatísticas, sendo que, na segunda avaliação, para ambos os extratos, suas diluições não diferiram estatisticamente da testemunha para o parâmetro altura, para o parâmetro diâmetro todas as diluições de ambos os extratos diferiram significativa da testemunha e para o parâmetro número de folhas também não foi observada diferença estatística entre as mudas submetidas aos extratos e as mudas da testemunha. Na terceira avaliação para ambos os extratos, os parâmetros altura de planta e diâmetro do caule não diferiram significativamente da testemunha, já o parâmetro número de folhas houve diferença significativa somente entre a testemunha e a diluição 10% do extrato de capim-colonião.

Entra Tabela 2

Ao analisar o peso da massa seca das raízes e das folhas das mudas de *P. rigida* submetidas aos extratos das folhas das plantas invasoras, braquiária e capim-colonião, observa-se que os dados mostraram-se estatisticamente iguais, tanto para o tipo do extrato quanto para suas diluições não ocorrendo interação ao nível de significância de 5%.

Entra Tabela 3

## **DISCUSSÃO**

Estudos *in situ* sobre a presença e o efeito dos aleloquímicos em solo florestal são muito problemáticos devido às baixas concentrações, à pequena persistência e pela possibilidade de alterações químicas em razão dos microrganismos do solo. A influência em relação ao solo na ação dos aleloquímicos, por sua vez, é pouco discutida na literatura, principalmente em espécies arbóreas nativas. Entende-se que a ação dos aleloquímicos é mais pronunciada em solos arenosos do que naqueles ricos em nutrientes, porque a ocorrência da inativação e destruição das toxinas são mais lentas em solos pobres (INDERJIT, 2002), neste experimento foi utilizado latossolo vermelho (argiloso). O efeito do extrato depende da sensibilidade da planta alvo para com o aleloquímico, sendo que, em determinadas espécies uma substância alelopática presente pode ser inibidora da germinação ou do crescimento, e em outra esta mesma substância pode ser inócua ou estimulante, ou ainda não apresentar nenhum efeito na planta alvo em questão (ALMEIDA, 1988).

Segundo Ferreira e Borguetti (2004), o controle do pH e da concentração dos extratos é fundamental, pois pode haver neles substâncias como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, os quais influem na concentração iônica e são osmoticamente ativos. Neste caso, o pH dos extratos utilizados neste experimento estavam condizentes, eles encontravam-se em uma faixa de neutralidade e não interferiram negativamente nos resultados.

Semelhante ao que foi realizado neste trabalho Bocchese et al. (2007) estudaram o efeito da alelopátia de plantas de *Brachiaria brizantha* no crescimento de mudas de três espécies florestais nativas do cerrado brasileiro e *Eucalyptus citriodora*. Eles concluíram, que não houve efeito alelopático do extrato de *B. brizantha* nas mudas das espécies nativas e eucalipto, uma vez que as diferentes quantidades de mudas de braquiária nos vasos não tiveram efeito direto no desenvolvimento das espécies arbóreas. Também, no presente trabalho, não foi encontrada atividade alelopática dos extratos de braquiária sob a *P. rigida*.

Porém, Toledo et al. (2001) e Dinardo et al. (2003), trabalhando a campo com capim-colonião e braquiária, respectivamente, constataram que a presença dessas plantas invasoras causou efeitos negativos no crescimento do eucalipto, reduzindo o número de folhas, da área foliar e da massa seca dos ramos e folhas.

Estudos realizados pela Embrapa demonstraram que as gramíneas mais utilizadas para o estabelecimento de pastagens no Brasil são *B. brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens* e alguns cultivares de *Megathyrsus maximum* (CASTRO et al., 1999), sendo adequadas ao consórcio em sistemas silviopastoris. E entre as espécies arbóreas/arbustivas de maior ocorrência cita-se o angico-branco (*Anadenanthera Colubrina*).

Apesar da existência da ação alelopática da braquiária e do capim-colonião em espécies bioindicadoras como o alface, a cenoura e em espécies de eucaliptos (BOCCHESE et al., 2007) no caso da *P. rigida* que foi submetida aos extratos destas gramíneas, não foi identificado interação alelopática significativa neste experimento. Constatando que a *P. rigida* pode ser adequada, se tratando de interferência alelopática, ao consórcio em sistemas silviopastoris que utilizam braquiária e capim-colonião como gramíneas de pastagem.

Apesar da braquiária e do capim-colonião serem espécies altamente infestantes e apresentarem em seus extratos vários compostos fitoquímicos (HARTMANN et al., 2014), as mudas de *P. rigida*, aparentemente, não foram afetadas por nenhum fator oriundo da sua submissão aos extratos. Sendo assim, as mudas de *P. rigida* são possivelmente resistentes e

propícias a regenerar áreas infestadas por espécies de braquiária e por capim-colonião. Para uma melhor compreensão, pode-se estudar os fatores fisiológicos ou morfofisiológicos presentes no angico-vermelho, com capacidade de resistência a ação alelopática.

## **CONCLUSÃO**

Os extratos aquosos de braquiária e capim-colonião, nas suas diferentes diluições, não apresentaram efeito significativo no desenvolvimento das mudas de *P. rigida*.

Portanto, a espécie *P. rigida* quando submetida as invasoras em questão apresenta desenvolvimento satisfatório, sendo indicada para regeneração e recuperação de áreas degradadas.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, F.S. A alelopátia e as plantas. Londrina: IAPAR, 1998, p. 53-60(Circular Técnica).

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul** – guia de identificação & interesse ecológico. 1º ed, [s.l.], Clube da árvore, 2002.

BOCCHESI, R. A.; MELOTTO, A.M.; CÉSAR FILHO, L.C.C.; FERNADES V.M.; FRANCESCHI, M.L.; LAURAS, A.V. Avaliação da competição entre *Brachiaria brizantha* cv Marandu, espécies arbóreas nativas do Cerrado e *Eucalyptus citriodora*. **Revista Brasileira de Biociências**. v.5, supl. 2, p.153-155, 2007.

BORELLA, J.; TUR, C.M.; PASTORINI, L.H. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de *Rollinia sylvatica* sobre a germinação e crescimento inicial do rabanete. **Revista Biociências**. v. 16, n. 2, p. 93-101, 2010.

BRASIL. Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393 de 31 de dezembro de 1996 e 11.428 de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965 e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e da outras providencias. Altera a legislação. **Presidência da Republica: Casa Civil.** Brasília, DF. Dispõem sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: Julho de 2013.

CASTRO, C. R. T. de.; Garcia, R.; Carvalho, M. M.; Couto, L. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Rev. bras. zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

DINARDO, W. TOLEDO, R.E.B.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 59-68, 2003.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11. p. 1355-1362, 2001.

FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. (eds). **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004.p.209-222.

GEMIN, C.A.B. **Estudo fotoquímico e avaliação de atividades biológicas do extrato etanólico de *Acicarpa Spathulata* R. Br. (Calyceraceae)**. 2011. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas), 2011.

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.

HARTMANN, K.C.D.; FORTES, A.M.T; MAULI,M.M.; CASSOL, F.D.R.; LIMA, G.P. de. Análise fitoquímica e ação alelopática dos extratos das gramíneas invasoras *Brachiaria*

spp e *Megathyrsus maximum* (jacq) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs. **Química Nova**. No prelo.

INDERJIT. Multifaceted approach to study allelochemicals in an ecosystem. In: Reigosa, M.J., Pedrol, N. (Eds.), *Allelopathy: From Molecules to Ecosystems*. Science Publishers Inc., Plymouth, p. 271–276. 2002.

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL . Os Processos de Degradação Ambiental Originados por Plantas Exóticas Invasoras. Disponível em: <<http://institutohorus.org.br/download/artigos/Ciencia%20Hoje.pdf>>. Acesso mar. 2013.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. [s.n.s.]Nova Odessa-SP, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. [s.n.s.]Nova Odessa, SP. 2008.

MARTINS, D.; MARTINS, C. C.; COSTA, N. V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

SILVA, J.P.; DUCCINI, C.S.; SOUZA, E.C.; NEVES, V.C.; PASIN, L.A. P. Efeito alelopático in vitro de *Malva sylvestris* e *Artemisia camphorata* na germinação e desenvolvimento de sementes de petúnia (*Petunia integrifolia*). In: 8º Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. **Anais... 8º Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007**. v. 1, p. 1-2.

TOLEDO, R.E.B. VICTÓRIA FILHO, R.; ALVES, P. L.C.A.; PITELLI, R.A.; CADINI, M.T.D.. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf. sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n.60, p.109-117, 2001.

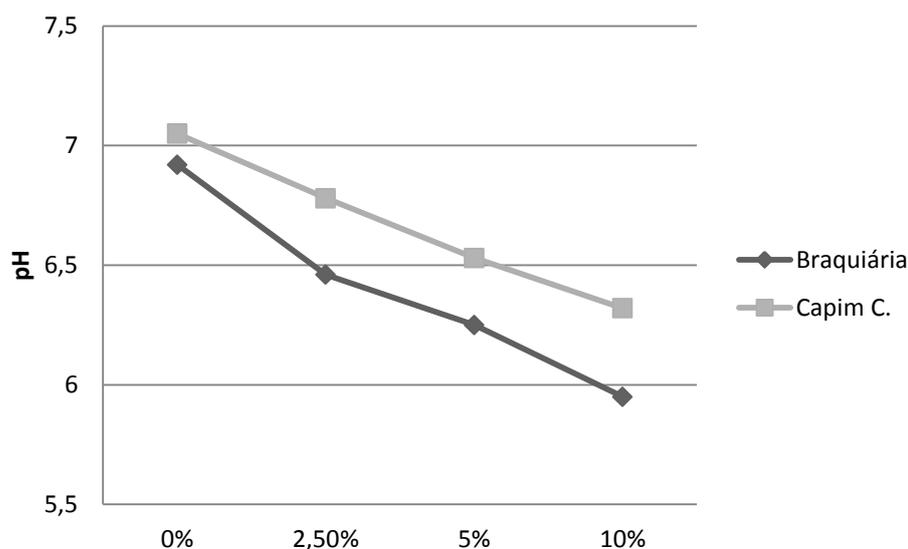


Figura 1: Faixa de concentração da média do pH dos extratos de braquiária e capim-colonião comparados com a média do pH da água destilada (Cascavel –PR, 2014)

Figure 1: Concentration Range pH of the extracts, brachiaria and guinea-grass compared with the pH of distilled water (Cascavel -PR, 2014)

Tabela 1: Valores da altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas das mudas de *P. rigida* submetidas aos extratos de braquiária (1) e capim-colonião (2) em diferentes diluições, nas avaliações 2 (2º mês) e 3 (3º mês) (Cascavel-PR, 2014).

Table 1: Values of plant height, stem diameter and and number of leaves of seedlings subjected to *P.rigida* brachiaria extracts (1) and guinea-grass (2) at different dilutions in evaluations 2 (2nd month) and 3 (3rd month ) (Cascavel – PR, 2014).

Avaliação (mês)	Diluição% (p/v)	Altura (cm)		Diâmetro (cm)		Nº Folhas	
		Extrato 1	Extrato 2	Extrato 1	Extrato 2	Extrato 1	Extrato 2
2	2,5	37,72	32,37	0,47a	0,45ab	17,50	18,95
	5	32,09	33,55	0,39b	0,46b	16,15	15,64
	10	32,13	32,36	0,43ab	0,42a	18,12	15,75
3	2,5	43,09bA	41,38bB	0,59aA	0,67aB	28bA	30,07aB
	5	42,71bA	46,68aB	0,55aA	0,58aB	25,32bA	24,87bB
	10	45,43aA	42,52bB	0,56aA	0,53aB	30,72aA	28,8bB

Letras minúsculas distintas na coluna diferem ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas distintas na linha diferem ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 2: Médias referentes à comparação dos extratos (braquiária (1) e capim-colonião (2)) e suas diluições com a testemunha (Cascavel- PR, 2014)

Table 2: Average regarding the comparison of the extracts (brachiaria (1) and guinea-grass (2)) and their dilutions with the witness (Cascavel – PR, 2014)

		Diâmetro do caule (cm)	
Avaliação (mês)	Diluição% (p/v)	Extrato 1	Extrato 2
Testemunha		0,1611a	0,1611a
2	2,5	0,0674b	0,0659b
	5	0,5887b	0,0615b
	10	0,6260b	0,0645b
		Nº Folhas	
Testemunha		-1,6033a	-1,6033a
3	2,5	-1,6213a	-1,6354a
	5	-1,6008a	-1,5975a
	10	-1,6375a	-1,1617b

Letras distintas na coluna diferem ao nível de significância de 5% pelo teste de Dunnet.

Tabela 3: Influência dos extratos aquosos de braquiária (extrato 1) e capim-colonião (extrato 2) na massa seca da raiz e das folhas das mudas de *P. rigida* ao final dos seis meses. (Cascavel – PR, 2014)

Table 3: Influence of aqueous extracts of brachiaria (extract 1) and guinea-grass (extract 2) in the dry matter of root and leaves of *P. rigida* seedlings at the end of six months. (Cascavel - PR, 2014)

Diluições% (p/v)	Raiz (g)		Folhas (g)	
	Extrato 1	Extrato 2	Extrato 1	Extrato 2
0	127,5	115,75	589,25	526,75
2,5	92	80,5	559,75	598,75
5	92,75	93,75	573,25	599,25
10	115,75	75,75	605	580,5
CV	19,57%		12,12%	

Dados não diferem ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

## Anexo 1

### Normas para publicação na REVISTA ÁRVORE

#### Escopo e política

A Revista *Árvore* é um veículo de divulgação científica publicado pela Sociedade de Investigações Florestais – SIF (CNPJ 18.134.689/0001-80). Publica, bimestralmente, artigos originais de contribuição científica, no campo da Ciência Florestal, como: Meio Ambiente e Conservação da Natureza, Silvicultura, Utilização de Produtos Florestais e Manejo Florestal.

Os artigos submetidos à publicação na Revista *Árvore* são avaliados inicialmente pelo Editor Executivo, que verificará se encontram de acordo com as normas de submissão. Caso estejam de acordo, os artigos serão enviados aos Editores de Seção, que avaliam se enquadram no escopo da Revista *Árvore* e se apresentam mérito para publicação.

Depois de os manuscritos terem sido analisados pelos editores, eles poderão ser devolvidos ao(s) autor(es) para adequações às normas da Revista ou, simplesmente, negados por falta de mérito ou escopo. Quando aprovado pelos editores, o manuscrito será encaminhado para três avaliadores, que emitirão pareceres científicos. Caberá ao(s) autor(es) atender às sugestões e recomendações dos avaliadores; caso não possa(m) atender na sua totalidade, deverá(ão) justificar ao Comitê/Equipe Editorial da Revista. Após as correções, os artigos podem retornar aos avaliadores para emissão do parecer final. Logo após, o manuscrito passará pela reunião do Comitê/Equipe Editorial, sendo aprovado, descartado ou retornado ao(s) autor(es) para mais correções. Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de texto e de referências. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e avaliação final pelo Comitê/Equipe Editorial.

Os manuscritos submetidos à Revista devem contribuir para o avanço do conhecimento científico e não terem sido publicados ou encaminhados simultaneamente para outro periódico com a mesma finalidade. Serão recebidos para análise manuscritos escritos em português, inglês ou espanhol considerando-se que a redação deve estar de acordo com a lexicologia e a sintaxe do idioma escolhido. A objetividade é o princípio básico para a elaboração dos manuscritos, resultando em artigos de acordo com os limites estabelecidos pela Revista.

#### Política editorial

Manter elevada conduta ética em relação à publicação e seus colaboradores; rigor com a qualidade dos artigos científicos a serem publicados; selecionar revisores capacitados e ecléticos com educação ética e respeito profissional aos autores e ser imparcial nos processos decisórios, procurando fazer críticas sempre construtivas e profissionais.

#### Público Alvo

Comunidade, nacional e internacional, de professores, pesquisadores, estudantes de pós-graduação e profissionais dos setores públicos e privado da área de Ciência Florestal.

#### Forma e preparação de manuscritos

- O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.

- Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

Primeira Etapa (exigida para submissão do Manuscrito):

Submeter os artigos somente em formatos compatíveis com Microsoft-Word. O sistema aceita arquivos até 10MB de tamanho.

O Manuscrito deverá apresentar as seguintes características: espaço 1,5; papel A4 (210 x 297 mm), enumerando-se todas as páginas e as linhas do texto, páginas com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5 cm; fonte Times New Roman 12; e conter no máximo 16 laudas, incluindo tabelas e figuras. Tabelas e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto.

Na primeira página deverá conter o título do manuscrito, o resumo e as três (3) Palavras-Chaves.

Não se menciona os nomes dos autores e o rodapé com as informações, para evitar a identificação dos mesmos pelos avaliadores.

Nos Manuscritos em português, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em inglês; e Manuscritos em espanhol ou em inglês, os títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos também em português. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas ao final do texto, numeradas com algarismos arábicos consecutivos junto as legendas, e sua localização aproximada deve ser indicada no texto com uma chamada entre dois parágrafos: Entra Figura 1; Entra Tabela 3. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior antecidos da palavra Figura mais o seu número de ordem. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecidos da palavra tabela seguida do seu número de ordem. Na figura, a fonte (Fonte:) deve aparecer na parte superior, na tabela, na parte inferior. As figuras deverão estar exclusivamente em tons de cinza e, no caso de coloridas, será cobrada a importância de R\$100,00/página, para versão impressa.

Forma dos manuscritos

O Manuscrito em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte sequência:

TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSSÃO; 5. CONCLUSÃO; 6. AGRADECIMENTOS (se for o caso) e 7. REFERÊNCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

O manuscrito em INGLÊS deverá obedecer à seguinte sequência:

TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords não incluindo palavras do título); TÍTULO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura e o objetivo); 2. MATERIAL AND METHODS, 3. RESULTS; 4. DISCUSSION; 5. CONCLUSION; 6. ACKNOWLEDGEMENT (se for o caso) e 7. REFERENCES (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

O manuscrito em ESPANHOL deverá obedecer à seguinte sequência:

TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-clave não incluindo palavras do título); TÍTULO do manuscrito em Português; RESUMO em Português (seguido de palavras-chave não incluindo palavras do título); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo

revisão de literatura e objetivo); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS; 4. DISCUSIÓN; 5. CONCLUSIÓN; 6. RECONOCIMIENTO (se for o caso) e 7. REFERENCIAS (alinhadas à esquerda e somente as citadas no texto).

No caso das línguas estrangeiras, será necessária a declaração de revisão lingüística de um especialista.

Os subtítulos, quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos colocados em posição de início de parágrafo.

No texto, a citação de referências bibliográficas deverá ser feita da seguinte forma: colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, em maiúsculas, seguido do ano separado por vírgula. As referências bibliográficas utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de níveis A/B do Qualis. A Revista *Árvore* adota as normas vigentes da ABNT 2002 - NBR 6023.

Não se usa "et al." em itálico e o "&" deverá ser substituído pelo "e" entre os autores.

A Introdução deve ser curta, definindo o problema estudado, sintetizando sua importância e destacando as lacunas do conhecimento ("estado da arte") que serão abordadas no artigo. Os Métodos empregados a população estudada, a fonte de dados e critérios de seleção, dentre outros, devem ser descritos de forma compreensiva e completa, mas sem prolixidade. A seção de Resultados devem se limitar a descrever os resultados encontrados sem incluir interpretações/comparações. O texto deve complementar e não repetir o que está descrito em tabelas e figuras. A Discussão deve começar apreciando as limitações do estudo (quando for o caso), seguida da comparação com a literatura e da interpretação dos autores, extraíndo as conclusões e indicando os caminhos para novas pesquisas. O resumo deverá ser do tipo informativo, expondo os pontos relevantes do texto relacionados com os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma seqüência corrente de frases e conter, no máximo, 250 palavras. (ABNT-6028).

Para submeter um Manuscrito à Revista, o(s) autor(es) deverá(ão) entrar no site <[www.revistaarvore.ufv.br](http://www.revistaarvore.ufv.br)> e clicar no link "Submissão de Artigos".

Ao submeter um artigo, o(s) autor(es) deve(m) concordar(em) que seu copyright seja transferido à Sociedade de Investigações Florestais - SIF, se e quando o artigo for aceito para publicação.

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade desta revista e não representam necessariamente as opiniões da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), sendo o autor do artigo responsável pelo conteúdo científico do mesmo.

