**Cenário das pesquisas sobre alelopatia no Brasil e seu potencial como estratégia na diminuição da utilização de pesticidas que provocam poluição ambiental: uma revisão integrativa**

**Edilma dos Santos Silva(1); Cristina Alexandre dos Santos(2); Karulyne Silva Dias(3); Mayara Andrade de Souza(4); Aldenir dos Santos Feitosa (5); Jessé Marques da Silva Júnior Pavão (6)**

(1) Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente; Universidade Federal de Alagoas; Maceió-Alagoas (edilma.ev@hotmail.com); (2) Mestranda do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário Cesmac (cris-santo@hotmail.com); (3) Mestranda do Programa de Pós-Graduação Pesquisa em Saúde, Centro Universitário Cesmac; (karulyne.dias@hotmail.com); (4) Professora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário Cesmac; Maceio-Alagoas; (mayarandrade@hotmail.com); (5) Professora e pesquisadora da Universidade Estadual de Alagoas e membro permanente do Programa de Pós-graduação em Análise de Sistemas Ambientais pelo Centro Universitário Cesmac; Maceió-AL; (aldenirfeitosa@gmail.com); (6) Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais pelo Centro Universitário Cesmac; Maceio-AL;( marquesjjunior@gmail.com).

**RESUMO:** Alelopatia é um processo de efeitos diretos ou indiretos, benéficos ou maléficos, de uma planta sobre outra, por intermédio da produção de compostos químicos que são liberados no ambiente. Diante o exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de levantar informações de pesquisas alelopáticas no Brasil. Os materiais bibliográficos utilizados nesta revisão foram obtidos de cinco bases de dados dos indexadores: Web of Science, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Periódico Capes, Banco de Teses e Google Acadêmico. Realizou-se a exclusão dos artigos duplicados em cada banco de dados. Foram selecionados todos os arquivos indexados nas bases de dados entre o período de 1940 até 2015, os quais incluíram artigos, teses e dissertações, nos idiomas Português, Inglês ou Espanhol. A revisão sobre estudos com alelopatia no Brasil evidenciou o crescimento do número de trabalhos realizados nos últimos anos, bem como no número de grupos de pesquisas certificados pela plataforma do CNPq, com um aumento de aproximadamente 83% do primeiro censo realizado no ano de 2000 para o ultimo realizado em 2010. Diante da importância dos estudos sobre alelopatia e da crescente demanda por melhorias dos procedimentos que visem à sustentabilidade do ambiente, percebe-se que esta área tende a crescer cada vez mais nos próximos anos, em todos os aspectos mencionados anteriormente.

**PALAVRAS-CHAVE:** aleloquímicos; mecanismo ecológico; propriedades alelopáticas.

**ABSTRACT**: Allelopathy is a process of direct or indirect effects, beneficial or harmful, from one plant to another, through the production of chemical compounds that are released into the environment. In view of the above, the present study was carried out with the objective of obtaining information from allelopathic researches in Brazil. The bibliographic materials used in this review were obtained from five index databases: Web of Science, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Capes Periodic, Bank of Theses and Google Scholar. The duplicate articles were excluded in each database. All indexed files in the databases between 1940 and 2015 were selected, which included articles, theses and dissertations, in Portuguese, English or Spanish. The review of studies with allelopathy in Brazil evidenced the growth in the number of studies carried out in recent years, as well as the number of research groups certified by the CNPq platform, with an increase of approximately 83% in the first census conducted in 2000 for the last one carried out in 2010. Given the importance of studies on allelopathy and the growing demand for improvements in procedures aimed at environmental sustainability, it is evident that this area tends to grow more and more in the coming years, in all the aspects mentioned above.

**KEY-WORD:** allelochemicals; ecological mechanism; allelopathic properties.

**INTRODUÇÃO**

Alelopatia é um processo de efeitos diretos ou indiretos, benéficos ou maléficos, de uma planta sobre outra, por intermédio da produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (RICE,1984). No entanto, a sociedade internacional de alelopatia, ampliou a definição de alelopatia, agregando os processos que envolvem a produção de metabólitos secundários por plantas, algas e microrganismos (vírus, fungos e bactérias) que influenciam no crescimento e no desenvolvimento de sistemas florestais, agrícolas e biológicos (ISA, 1996).

Embora alelopatia seja um assunto com amplo aspecto, as investigações científicas se restringem, principalmente, a interações de espécies vegetais capazes de apresentar características moleculares com efeito herbicida (CARMO; BORGES, 2007). Sendo este um importante mecanismo ecológico, que influencia a dominância e sucessão das plantas, cujas interações são responsáveis pelo estabelecimento e sobrevivência de espécies no ambiente.

A utilização de ensaios biológicos para avaliação da bioatividade de extratos, frações e compostos isolados de plantas tem sido incorporada com frequência à identificação e monitoramento de substâncias potencialmente tóxicas (NOLDIN et al. 2003). Esses compostos podem ser produzidos em qualquer órgão vegetal, porém em concentrações muito baixas e com características intrínsecas à planta (RIZVI; RIZVI, 1992). Desta forma, os aleloquímicos são vistos como alternativas a agroquímicos sintéticos, visando ao manejo sustentável e ecológico na produção agrícola (MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2006).

No entanto, o estudo de plantas com características aleloquímicas no Brasil ainda necessita ganhar impulso, visto que este é considerado um país tropical, rico em espécies vegetais nativas e exóticas, com maior diversidade biológica do mundo, incluído a presença de dois hotspots- Mata atlântica e Cerrado e com grupos de pesquisas consolidados e informações disponíveis numa plataforma de amplo acesso.

Vale ressaltar, que existem vários artigos que especificam o efeito de compostos alelopáticos em espécies vegetais no Brasil, até mesmo trabalhos de revisão (REIGOSA et al., 2013), porém este estudo necessita de uma visão mais ampla sobre várias espécies vegetais buscadas em indexadores digitais, visando compilar informações correlatas sobre as plantas e seus efeitos alelopáticos sobre outras espécies.

Diante o exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de levantar informações de pesquisas alelopáticas no Brasil.

**PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

 Os materiais bibliográficos utilizados nesta revisão foram obtidos de cinco bases de dados dos indexadores: Web of Science, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Periódico Capes, Banco de Teses e Google Acadêmico. Realizou-se a exclusão dos artigos duplicados em cada banco de dados. Foram selecionados todos os arquivos indexados nas bases de dados entre o período de 1940 até 2015, os quais incluíram artigos, teses e dissertações, nos idiomas Português, Inglês ou Espanhol.

 Foram utilizados vários termos de indexação para localização de arquivos que utilizassem estudos de possíveis espécies com potencial alelopático ou que apresentassem algum composto químico capaz de inibir ou diminuir a germinação e/ou crescimento de outras espécies. Desta forma, optou-se buscar termos que abrangessem um maior número de trabalhos, estando dentro dos critérios acima citados (Tabela 1).

Tabela 1 - Termos de indexação e indexadores utilizados na revisão.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indexadores** | **Termos de indexação** | **Artigos encontrados** | **Artigos utilizados** |
| Web of Science | alelo, plant brazil | 81 | 19 |
| Scielo | Allelopathy | 163 | 95 |
| Periódicos Capes | Alelopatia | 69 | 30 |
| Banco de Teses - Capes | Alelopatia | 57 | 16 |
| Google Acadêmico | Alelopatia | 4.934 | 42 |

 Com a utilização de vários termos, foi encontrado grande número de referências o que garante a abrangência de trabalhos publicados nos periódicos pesquisados. As espécies identificadas nos trabalhos foram classificadas segundo o habito e habitat, de acordo com a lista de espécies da flora do Brasil (http:// reflora.jbrj.gov.br).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A revisão sobre estudos com alelopatia no Brasil evidenciou o crescimento do número de trabalhos realizados nos últimos anos (Figura 1), bem como no número de grupos de pesquisas certificados pela plataforma do CNPq, com um aumento de aproximadamente 83% do primeiro censo realizado no ano de 2000 para o ultimo realizado em 2010 (Figura 2).

Geograficamente os grupos de pesquisa sobre alelopatia no Brasil estão distribuídos em quatro regiões: Centro-oeste, Nordeste, Sudeste e Sul. Sendo que a região sudeste representa 72% da concentração dos grupos (Figura 3).

Figura 1- Evolução do número de trabalhos envolvendo alelopatia no período de 1990 a 2015.

Figura 2 - Censo de grupos de pesquisa nacional, com temática em alelopatia, certificados pelo CNPq do ano de 2000 a 2010.

Figura 3 - Concentração de grupos de pesquisa por região no censo do CNPq de 2010

 Os estudos sobre alelopatia concentram-se em quatro grandes áreas de pesquisa: ciências agrárias, biológicas, da saúde e exatas e da terra. Sendo que o maior número de grupos certificados no CNPq no censo de 2010 está inserido nas áreas de ciências agrárias, subárea Agronomia com 35% dos grupos e ciências biológicas, subárea botânica com 24% (Figura 4).

Figura 4 - Áreas de estudo de grupos de pesquisa nacionais sobre alelopatia realizada no último censo do CNPq de 2010.

A progressão dos números de trabalhos publicados com a temática alelopatia ao longo dos anos observados ocorreu juntamente com o aumento dos grupos de pesquisas certificados pelo CNPq. Dessa forma, observa-se que se trata de uma área de pesquisa que vem ganhando maior espaço no meio científico ao decorrer dos anos, onde está ocorrendo à distribuição desses estudos nas quatro regiões do Brasil, ainda que em proporções diferentes, assim como, em diversas áreas do conhecimento.

 Um total de 202 trabalhos foram analisados nesta revisão, revelando que estudos já foram desenvolvidos com 250 espécies das quais 154 são nativas da flora do Brasil, o que representa um percentual de aproximadamente 61% das espécies estudadas, sendo 19 endêmicas. Das espécies estudadas 32% são exóticas e 7% cultivadas. O bioma com predomínio de espécies avaliadas foi o do Cerrado (28%) e que apresentou menor número de espécies foi a Caatinga (4%) (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição por origem/bioma das espécies estudadas.

 Os trabalhos foram realizados com espécies coletadas nas cinco regiões do país, sejam elas advindas de ambientes nativos ou não. Assim como ocorreu na concentração de grupos de pesquisa, a distribuição geográfica das espécies em sua maioria ocorreu na região Sudeste do país, seguida da região Sul (Figura 6). A inexistência de grupos de pesquisas, cadastrados no último censo, na região Norte do país (Figura 3), não refletiu na distribuição das espécies, uma vez que esta representa atualmente 14% de ocupação das espécies o que explica também os 9% das espécies utilizadas serem do bioma Amazônia (Figura 5).

Figura 6 - Distribuição geográfica das espécies.

Os estudos alelopáticos se concentraram principalmente em cinco famílias botânicas: Fabaceae 20,8%, Poaceae 9,6%, Myrtaceae 9,2%, Asteraceae 6,8% e Lamiaceae 4,4%. As demais espécies (49,2%) estão distribuídas em outras 62 famílias botânicas (Tabela 2).

Tabela 2- Distribuição das espécies estudadas por família botânica.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Família** | **Espécies** | **%** |
| Fabaceae | 52 | 20,8 |
| Poaceae | 24 | 9,6 |
| Myrtaceae | 23 | 9,2 |
| Asteraceae | 17 | 6,8 |
| Lamiaceae | 11 | 4,4 |
| Outras 62 (menos que 7 espécies por família) | 123 | 49,2 |

De acordo com Lima (2000), Fabaceae Lindl. ou Leguminosae Adans é considerada a família botânica mais representativa no Brasil, encontrada em todos os biomas brasileiros. Em relação a esse padrão de distribuição, permite inferir que o interesse em estudar espécies desta família pode se dá devido à facilidade em encontrar espécies nos mais diversificados biomas do país, já que as Fabáceas representam bem as espécies que constituem a flora do Brasil.

Em relação ao hábito das espécies testadas verificou-se que 40,8% das espécies estudadas são arbóreas e apenas 0,8% das espécies são trepadeiras (Tabela 3), estando concentradas em sua maioria nos biomas do Cerrado e Mata Atlântica (Figura 5).

Tabela 3- Hábito das espécies estudadas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Forma de Vida** | **Número de Espécies** | **%** |
| Arbórea | 102 | 40,8 |
| Herbácea | 80 | 32,0 |
| Arbustiva | 66 | 26,4 |
| Trepadeira | 2 | 0,8 |

A concentração de estudos com espécies já estabelecidas se propõe ao fato do grau de importância e de carência de informações com espécies florestais, as quais necessitam de maior enfoque no estudo científico, tendo em vista o crescimento acelerado do desmatamento de espécies arbóreas, principalmente no bioma caatinga, sendo este um bioma exclusivamente brasileiro, rico em espécies vegetais, o qual necessita de estudos alelopáticos das espécies e maior área de preservação permanente.

Verificou-se que na maioria dos estudos realizados com as espécies vegetais, que praticamente todas as partes das plantas são utilizadas para realização dos extratos vegetais (Tabela 4).

Tabela 4- Parte da planta utilizada para estudos alelopáticos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parte das Plantas** | **Número de Espécies** | **%** |
| Folhas | 265 | 55,0 |
| Outras partes | 86 | 17,8 |
| Caule,cascas, galhos e ramos | 46 | 9,5 |
| Raízes, rizomas e bulbos | 45 | 9,3 |
| Frutos, flores e sementes | 40 | 8,3 |

É importante ressaltar, que na maioria dos trabalhos utilizado folhas como parte da planta para o extrato, a qual apresentou um percentual de 55%, seguido de caule, casca, galhos e ramos com 9,5%, com posterior, raízes, rizomas e bulbos com 9,3% em menor concentração, restando apenas os frutos, flores e sementes com 8,3% dos dados amostrados. Alguns trabalhos não definiram a parte da planta utilizada, sendo representadas por 17,8% dos artigos analisados. A maioria dos trabalhos verificados testou mais de uma parte da planta, sendo que a maioria utilizou as propriedades alelopáticas das folhas.

De acordo com Reigosa et al. (2013) a preferência por folhas se reflete ao fato de que a mesma é a parte da planta obtida com maior facilidade na coleta, sendo as demais estruturas caracterizadas por maior dificuldade para obtenção da biomassa vegetal, as quais impactam diretamente no crescimento das plantas e recrutamento de várias maneiras. As folhas são utilizadas principalmente por serem a parte que é obtida com maior abundância em condições naturais, cuja extração dos compostos aleloquímicos no ambiente é liberado com facilidade de acordo com as condições ambientais a que as plantas alelopáticas estão inseridas.

As espécies alvo dos estudos foram principalmente plantas cultivadas como *Lactuca sativa* representando 24% das espécies avaliadas. Mas também foram encontrados estudos usando como espécies-alvo plantas nativas, com predomínio das espécies *Senna obtusifolia* (arbórea), *Mimosa pudica* (herbácea) e *Euphorbia heterophyla* (herbácea).

Tabela 5– Espécies-alvo avaliadas nos trabalhos sobre alelopatia

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Espécie-Alvo** | **Número de espécies** | **%** |
| *Lactuca sativa* | 99 | 24,0 |
| *Bidens pilosa* | 25 | 6,1 |
| *Mimosa pudica* | 21 | 5,1 |
| *Lycopersicon esculentum* | 20 | 4,9 |
| *Senna obtusifolia* | 17 | 4,1 |
| *Allium cepa* | 16 | 3,9 |
| *Raphanus sativus* | 12 | 2,9 |
| *Zea mays* | 12 | 2,9 |
| *Euphorbia heterophyla* | 11 | 2,7 |
| *Glycina Max* | 11 | 2,7 |
| Outras (menos de 10) | 168 | 40,8 |

A utilização, em grande maioria, de espécies como *L. sativa, Raphanus sativus* e *Allium cepa* são devidas as mesmas serem consideradas especiais bioindicadoras, o que as definem como organismos fenotipicamente mais sensíveis ao efeito dos extratos. Os resultados a partir destas espécies permitem avanços para testes com outras espécies, sejam daninhas, cultivadas ou nativas.

A maioria dos estudos realizados utilizaram água para solubilizar as substâncias bioativas (Tabela 6). Essas substâncias foram informadas na maioria dos trabalhos analisados, os quais são realizados em condições controladas, com procedimentos envolvendo a utilização com compostos orgânicos e sua identificação utilizando HPLC (High performance liquid chromatography), visando à identificação das substâncias alelopáticas.

Tabela 6- Extratos utilizados na avaliação alelopáticas de plantas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de extrato** | **Número de Espécies** | **%** |
| Aquoso | 252 | 60,0 |
| Etanólico | 64 | 15,2 |
| Hexânico | 27 | 6,4 |
| Metanólico | 26 | 6,2 |
| Outros | 23 | 5,5 |
| Acetato de etila | 17 | 4,0 |
| Hidroalcólico | 17 | 4,0 |
| Óleo essencial | 17 | 4,0 |

O extrato aquoso foi o que predominou (60%), seguindo dos extratos etanólico (15,2%), hexânico (6,4), metanólico (6,2%), sendo que acetato de etila, o hidroalcólico e óleo essencial ficaram com cerca de 4% de utilização nas pesquisas (Tabela 6).

Segundo Ferreira et al. (2004), a utilização do extrato aquoso para extração dos compostos alelopáticos, é caracterizada positivamente, pois se assemelham com as condições ambientais, sendo que em campo, senescência natural das folhas e a precipitação ocorrem naturalmente, o que favorece as condições ideais para liberação dos compostos alelopáticos extraídos nas folhas. Reigosa et al. (2013) consideram os métodos laboratoriais utilizando outros extratos, como métodos que não se assemelham aos naturais. Permitindo desta forma, identificar solventes orgânicos apenas para a extração das moléculas alelopáticas, mas que dificilmente podem ocorrer na natureza.

As espécies estudadas apresentaram efeito alelopático como interferência negativa sob germinação em 261 ensaios e sob crescimento em 246. Não foi observado efeito sobre as plantas-alvo em 124 ensaios na fase de germinação e em 93 na fase de crescimento. A maioria das espécies com efeito alelopático sobre germinação também apresentou efeito sobre o crescimento (Tabela 7).

Tabela 7- Número de ensaios alelopáticos das espécies testadas sobre a germinação e crescimento das espécies alvos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Efeito sobre planta alvo** | **Germinação** | **Crescimento** |
| Interferiu negativamente | 261 | 246 |
| Não houve efeito | 124 | 93 |
| Interferiu positivamente | 0 | 3 |
| Não avaliou | 25 | 68 |

Os efeitos analisados nos diversos trabalhos mostraram que, em sua maioria, o uso de extratos de plantas sob a germinação e crescimento de uma determinada planta-alvo, provocou diversos resultados, como a redução da porcentagem de germinação e diminuição do índice de velocidade de germinação (IVG), ou ainda atraso no tempo médio de germinação.

Além do processo germinativo, na maioria dos casos o efeito inibitório dos extratos foi observado na fase de crescimento das espécies-alvo. Foi relatado efeito danosos ao sistema radicular, clorose das folhas, danos no hipocótilo durante a fase de formação de plântula, entre outros efeitos.

 Dessa forma, trabalhos como o de Daneluzzi et al (2014) que testaram extratos florais de *Pyrostegia venusta,* observaram que os mesmos possuem componentes aleloquímicos capazes de interferir na germinação e crescimento inicial de *L. sativa*. Para esta mesma espécie-alvo diversos outros extratos apresentaram efeitos similares ao relatado por Daneluzzi et al (2014) como os ensaios com *Andira humilis* (PERIOTTO; PEREZ; LIMA, 2004), *Annona glabra* (MATSUMOTO et al, 2010), *Lippia sidoides* (MARCO, et al., 2012) e *Heterothalamus psiadioides* (SILVA; OVERBECK; SOARES*, 2014).*

 A maioria dos estudos (77,2%) realizou somente uma avaliação do efeito alelopático, não chegando a identificar as substâncias responsáveis. Dos estudos analisados apenas 22,8% identificaram a substância alelopática presente nas frações bioativas da planta testada (Tabela 8). Das classes e/ou substâncias identificadas predominaram: flavonóides, monoterpenos, taninos, alcalóides, esteróides, saponinas e sesquiterpenos.

Tabela 8- Avaliação de identificação de substâncias aleloquímicas dos extratos utilizados.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Identificação de aleloquímicos** | **Número de Espécies** | **%** |
| Não identificação | 156 | 77,2 |
| Identificação de classes de compostos em frações ativas | 46 | 22,8 |
| Total | 202 | 100,0 |

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observou-se que as pesquisas alelopáticas vem ganhando maior espaço no meio científico ao longo dos anos, ocorrendo o aumento no número de trabalhos publicados juntamente com os grupos de pesquisa. Destes, a região sudeste apresenta maior concentração dos grupos e a área de concentração com maior destaque é ciências agrárias.

Dentre os biomas, a Caatinga apresenta o menor número de trabalhos publicados, e dentre as famílias botânicas, a Fabaceae é a mais utilizada para a confecção dos extratos. Dentre os extratos o mais utilizado é o aquoso e a parte vegetal mais utilizada nos trabalhos são folhas e por fim, dentre as espécie-alvo a mais utilizada é *Lactuca sativa*.

Percebeu-se que nos trabalhos pesquisados há uma carência de identificação das substâncias que conferem o caráter alelopático, deixando uma lacuna a ser preenchida para trabalhos posteriores.

## REFERÊNCIAS

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

DANELUZZI, G.S. et al. (2014). Avaliação dos potenciais fitotóxicos e citotóxico de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae). *Bioscience Journal*, v. 30, p.1231-1240, 2014.

FERREIRA, A.G. *Interferência*: competição e alelopatia. *In:* Ferreira, A. G.; Borghetti, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, cap. 16, 251-262 p., 2004.

ISA- International Allelopathy Society. 1996. Disponível em: < http://www.international-allelopathy-society.org/ >. Acesso em: 14 jul de 2014.

LIMA, H.C. Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 151 p. 2000.

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botânica Brasílica*, v. 20, p.61-69, 2006.

MARCO, A.C. et al. Chemical composition and allelopathyc activity of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. *Chilean journal of agricultural research***,** v. 72, p. 157-160, 2012.

MATSUMOTO, R.S. et al. Potencial alelopático do extrato foliar de *Annona glabra* L. (Annonaceae). *Acta Botânica Brasílica***,** v. 24, p. 631-635, 2010.

NOLDIN, V.F. et al. Composição química e atividades biológicas das folhas de *Cynara scolymus* L. (Alcachofra) cultivada no Brasil.*Química Nova*, v. 26, p. 331-334, 2003.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18,p. 425-430, 2004.

REIGOSA, M., et al. Allelopahic research in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v.27, p.629-646, 2013.

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

RIZVI, S.J.H., RIZVI, V. Exploitation of allelochemicals in amproving crop productivity. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. (Ed.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman and Hall, p. 443-472, 1992.

SILVA, E.R., OVERBECK, G.E.; SOARES, G.L.G. Phytotoxicity of volatiles from fresh and dry leaves of two Asteraceae shrubs: evaluation of seasonal effects. South Africano of Botany, v. 93, p. 14-18, 2014.