



## 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

### Scenario of research on allelopathy in Brazil and its potential as a strategy to reduce the use of pesticides that cause environmental pollution: an integrative review

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

<sup>(1)</sup>Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente; Universidade Federal de Alagoas; Maceió-Alagoas (edilma.ev@hotmail.com);

<sup>(2)</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário Cesmac (cris-santo@hotmail.com);

<sup>(3)</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação Pesquisa em Saúde, Centro Universitário Cesmac; (karulyne.dias@hotmail.com);

<sup>(4)</sup>Professora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário Cesmac; Maceio-Alagoas; (mayarandrade@hotmail.com);

<sup>(5)</sup>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);

<sup>(6)</sup>Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais pelo Centro Universitário Cesmac; Maceio-AL; (marquesjjunior@gmail.com).

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 25 de agosto de 2018; Aceito em: 30 de agosto de 2018; publicado em 02 de 09 de 2018. Copyright© Autor, 2018.

**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 último 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.

**KEYWORD:** 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 por 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	de 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](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 último 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).

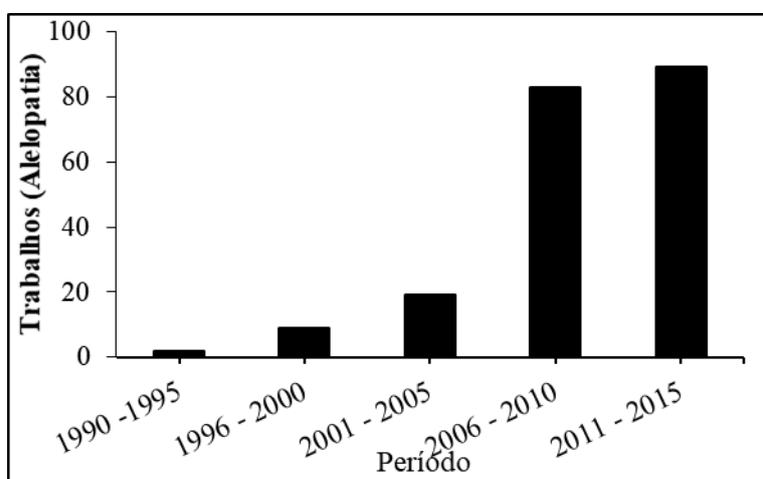


Figura 1- Evolução do número de trabalhos envolvendo alelopatia no período de 1990 a 2015.

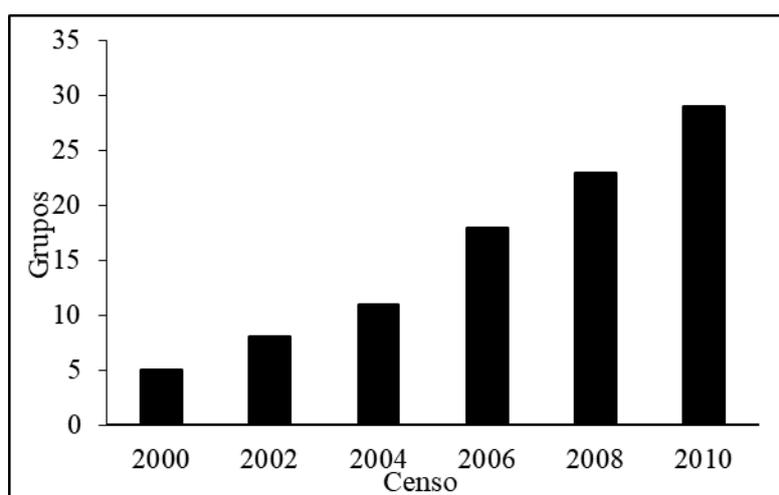


Figura 2 - Censo de grupos de pesquisa nacional, com temática em alelopatia, certificados pelo CNPq do ano de 2000 a 2010.

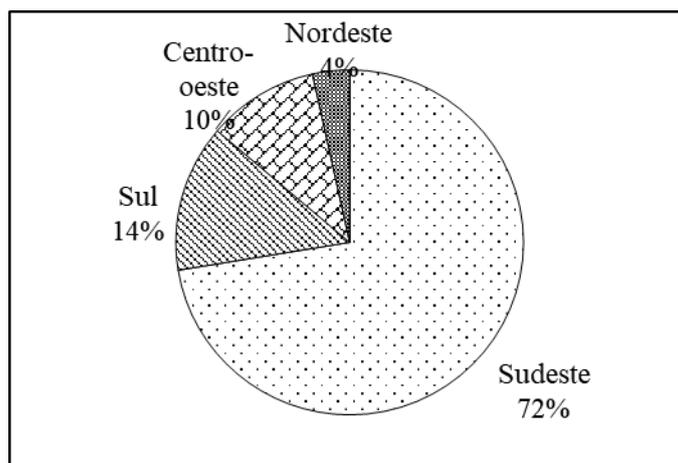


Figura 3 - Concentração de grupos de pesquisa por região no censo do CNPq de 2010

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).

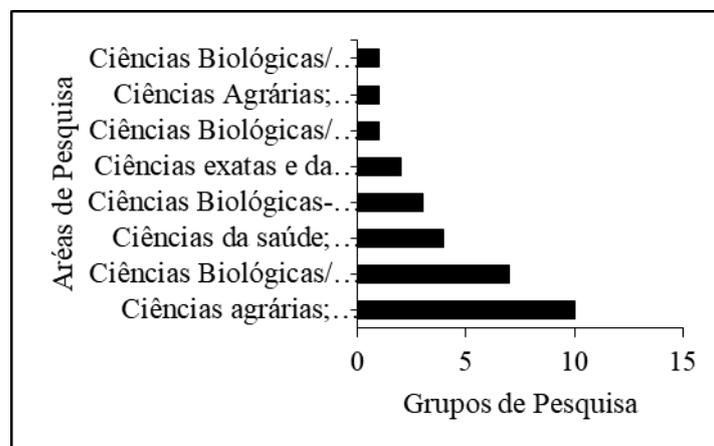


Figura 4 - Áreas de estudo de grupos de pesquisa nacionais sobre alelopatia realizada no último censo do CNPq de 2010.

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).

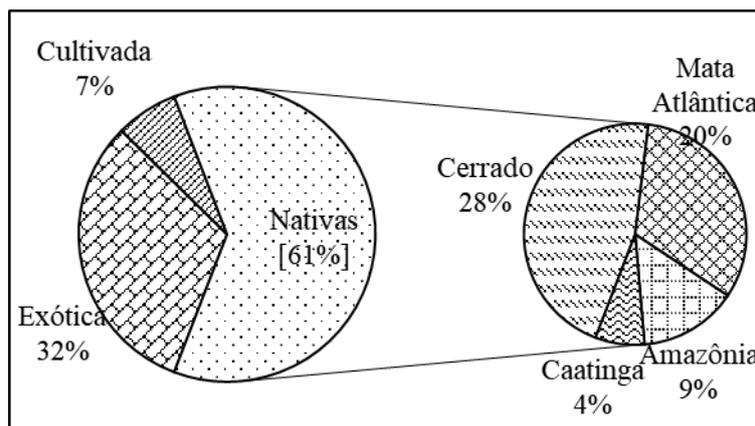


Figura 5 - Distribuição por origem/bioma das espécies estudadas.

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).

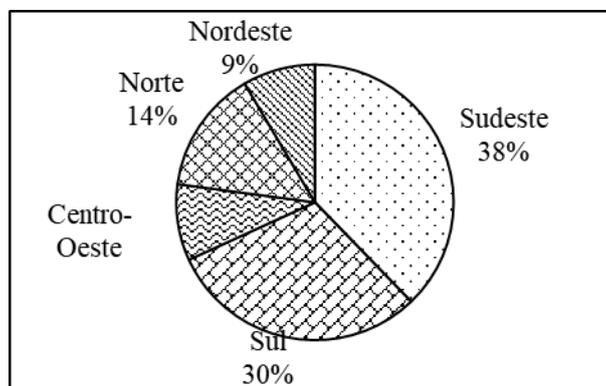


Figura 6 - Distribuição geográfica das espécies.

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.

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>%</b>
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

<b>Forma de Vida</b>	<b>Número de Espécies</b>	<b>%</b>
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 heterophylla* (herbácea).

Tabela 5– Espécies-alvo avaliadas nos trabalhos sobre alelopatia

<b>Espécie-Alvo</b>	<b>Número de espécies</b>	<b>%</b>
<i>Lactuca sativa</i>	99	24,0
<i>Bidens pilosa</i>	25	6,1
<i>Mimosa pudica</i>	21	5,1
<i>Lycopersicon esculentum</i>	20	4,9
<i>Senna obtusifolia</i>	17	4,1
<i>Allium cepa</i>	16	3,9
<i>Raphanus sativus</i>	12	2,9
<i>Zea mays</i>	12	2,9
<i>Euphorbia heterophylla</i>	11	2,7
<i>Glycina Max</i>	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.

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 hidroalcolico e óleo essencial ficaram com cerca de 4% de utilização nas pesquisas (Tabela 6).

Tabela 6- Extratos utilizados na avaliação alelopáticas de plantas.

<b>Tipo de extrato</b>	<b>Número de Espécies</b>	<b>%</b>
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
Hidroalcolico	17	4,0
Óleo essencial	17	4,0

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.

<b>Efeito sobre planta alvo</b>	<b>Germinação</b>	<b>Crescimento</b>
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 psiadoides* (SILVA; OVERBECK; SOARES, 2014).

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

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.

## 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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. ISA- International Allelopathy Society. 1996. Disponível em: < <http://www.international-allelopathy-society.org/> >. Acesso em: 14 jul de 2014.
5. 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.
6. MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). *Acta Botânica Brasileira*, v. 20, p.61-69, 2006.
  7. MARCO, A.C. et al. Chemical composition and allelopathic activity of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. *Chilean journal of agricultural research*, v. 72, p. 157-160, 2012.
  8. MATSUMOTO, R.S. et al. Potencial alelopático do extrato foliar de *Annona glabra* L. (Annonaceae). *Acta Botânica Brasileira*, v. 24, p. 631-635, 2010.
  9. 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.
  10. 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 Brasílica*, v. 18,p. 425-430, 2004.
  11. REIGOSA, M., et al. Allelopathic research in Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, v.27, p.629-646, 2013.
  12. RICE, E.L. *Allelopathy*. 2ª ed. New York, Academic Press, 1984.
  13. RIZVI, S.J.H., RIZVI, V. Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. (Ed.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. London: Chapman and Hall, p. 443-472, 1992.
  14. 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.