



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI—URCA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE-CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA-DQB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR**

**MAYARA KELLY MAURICIO CRISPIM**

**EFEITO ALELOPÁTICO DA SERRAPILHEIRA DA MATA ÚMIDA E DO  
CERRADO NOS PERÍODOS DE ESTIAGEM E DE CHUVA SOBRE A  
GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. (Asteraceae)**

**CRATO-CE**  
**2013**

**MAYARA KELLY MAURICIO CRISPIM**

**EFEITO ALELOPÁTICO DA SERRAPILHEIRA DA MATA ÚMIDA E DO  
CERRADO NOS PERÍODOS DE ESTIAGEM E DE CHUVA SOBRE A  
GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. (Asteraceae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.  
Orientadora: Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

**CRATO-CE  
2013**

**MAYARA KELLY MAURICIO CRISPIM**

**EFEITO ALELOPÁTICO DA SERRAPILHEIRA DA MATA ÚMIDA E DO  
CERRADO NOS PERÍODOS DE ESTIAGEM E DE CHUVA SOBRE A  
GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. (Asteraceae)**

Dissertação submetida e aprovada pela banca examinadora em: 29/07/2013

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva  
Universidade Regional do Cariri-URCA  
(Orientadora)

---

Dra. Cláudia Araújo Marco  
Universidade Federal do Cariri - UFCA  
(Membro Avaliador)

---

Dra. Marlene Feliciano Figueiredo  
Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA  
(Membro Avaliador)

---

Dra. Marta Maria de Almeida Souza  
Universidade Regional do Cariri-URCA  
(Membro Suplente)

*Dedico este trabalho a Deus, e a todos os meus familiares.*

*Obrigada por compartilharem comigo esta conquista!*

## **AGRADECIMENTOS**

A **DEUS**, porque d'Ele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente.

A **CAPES** pelo financiamento dessa pesquisa

**Ao programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular**

À minha **ORIENTADORA** Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva pela oportunidade, ensinamentos e confiança. Pela compreensão e consideração que teve comigo, para que eu pudesse realizar esse trabalho.

**Aos professores e funcionários** do Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular pelo incentivo e contribuição.

À **Banca Examinadora** pelas prestimosas sugestões e disponibilidade.

À equipe do **Herbário Caririense Dárdano de Andrade – Lima – HCDAL** pela ajuda e convivência.

A todos do **Laboratório de Química de Produtos Naturais** pela ajuda.

À Minha **turma de mestrado** por todos esses momentos vividos durante o curso.

Aos **Meus PAIS**, Maricélia e Augusto por terem me proporcionado uma base sólida, com muito amor e carinho, pelo incentivo e confiança. Aos **Meus IRMÃOS** Mayco e Augusto Filho pela amizade e companheirismo. Amo Vocês!!!

Ao meu amado **ESPOSO** Edilberto, pelo incentivo e apoio... Você é um presente de Deus pra mim!!!

**E A TODOS** que de alguma maneira contribuíram para realização desse trabalho.

*“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”*

*Roberto Shinyashiki*

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Localização da Floresta Nacional do Araripe..... 25
- Figura 2.** Média de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida, coletada no período de estiagem ..... 35
- Figura 3.** Média de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação, comprimento do caulículo e da radícula de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado, coletada no período de estiagem..... 37
- Figura 4.** Índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula e anomalias em plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida, coletada no período chuvoso..... 39
- Figura 5.** Índice de velocidade de germinação, comprimento do caulículo e da radícula e necrose das radículas de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado, coletada no período chuvoso ..... 41

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta da Mata úmida, Chapada do Araripe, estrada Crato-Exu..... 30
- Tabela 2.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta do Cerrado, Chapada do Araripe, estrada Crato-Exu..... 32
- Tabela 3.** Valores do pH e osmolaridade para as concentrações dos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado no período de estiagem..... 44
- Tabela 4.** Valores do pH e osmolaridade para as concentrações dos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado no período chuvoso..... 44
- Tabela 5.** Classes de metabólitos secundários encontrados nos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado nos períodos de estiagem e chuvoso. .... 45

## RESUMO

As plantas mesmo depois de mortas mantêm em seus tecidos, substâncias alelopáticas que podem ser lixiviadas para o solo. A serrapilheira é um importante integrante da dinâmica florestal, sendo composta por folhas, ramos e material reprodutivo. Para o entendimento do efeito da serrapilheira sobre a germinação e o desenvolvimento de espécies vegetais existentes nos diversos ecossistemas, objetivamos com este trabalho investigar o efeito dos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado nos períodos de estiagem e de chuva da Chapada do Araripe – CE, sobre a germinação, crescimento e anomalias em plântulas de *Lactuca sativa* L., bem como identificar as classes de metabólitos secundários presentes nos referidos extratos. Os tratamentos com o extrato aquoso bruto (EBA) constaram de quatro concentrações (25, 50, 75 e 100%) com cinco repetições cada, e um Controle (0%) constando de água destilada. Os experimentos foram conduzidos em câmara de germinação do tipo BOD a 25°C e fotoperíodo de 12/12 horas por sete dias. Foram avaliados o Número de Sementes Germinadas, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), desenvolvimento das plântulas, necrose e a presença de anomalias. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As classes de metabólitos secundários foram determinadas através da mudança de cor e/ou formação de precipitado por meio de cascatas de reações químicas. Os extratos dos dois ambientes no período seco causaram maior redução na germinação e IVG. Os mesmos extratos nos dois períodos provocaram um aumento significativo no comprimento da radícula. O extrato da serrapilheira da Mata úmida coletada no período de chuva provocou anomalias significativa em algumas radículas. Apenas o extrato da serrapilheira do Cerrado coletada no período de chuva provocou necrose significativa de algumas radículas. Os metabólitos identificados nos extratos foram flavonóides e alcalóides para Mata úmida e taninos, flavonóides e alcalóides para o Cerrado. Os efeitos alelopáticos observados revelam a necessidade de estudos mais detalhados sobre a atividade biológica da serrapilheira presente nos ecossistemas referidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** alelopatia, extrato aquoso, metabólitos secundários.

## ABSTRACT

Plants even after death keep in their tissues substances that can be leached into the soil. Litter is an important member of forest dynamics, consisting of leaves, branches and reproductive material. For the understanding of the effect of litter on germination and development of vegetable species existing in the several ecosystems, we aimed with this work to investigate the effect of aqueous extracts of litter of the wet forest and Cerrado during the periods of drought and rain of the Plateau of Araripe – CE, on the germination, growth and anomalies in seedlings of *Lactuca sativa* L., and identify class of secondary metabolites present in the mentioned extracts. The treatments with Gross Aqueous Extract (GAE) consisted of four concentrations (25, 50, 75, 100%) with five repetitions each, and one control (0%) consisting of distilled water. The experiments were performed in a germination chamber BOD at 25°C and a photoperiod of 12/12 hours per seven days. We evaluated the number of germinated seeds, Germination Speed Index (GSI), seedling development, necrosis and the presence of anomalies. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared by The Tukey test at 5% probability. The classes of secondary metabolites were determined by color change and / or precipitate formation through cascades of chemical reactions. The extracts of the two environments in the dry period caused greater reduction in germination and GSI. The same extracts in both periods caused a significant increase in the length of the radicle. The litter extract of the wet forest collected during the rainy season caused meaningful anomalies in some radicles. Only the extract of the Cerrado litter collected during the rainy season caused meaningful necrosis of some radicles. The metabolites identified in extracts were flavonoids and alkaloids for wet forest and tannins, flavonoids and alkaloids for the Cerrado. The allelopathic effects observed reveal the need for more detailed studies on the biological activity of litter present in the ecosystems mentioned.

**KEYWORDS:** Allelopathy, aqueous extract, secondary metabolites.

**SUMÁRIO**

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	14
2.1. Alelopatia e Serrapilheira .....	14
2.2. Mata úmida .....	16
2.3 Cerrado. ....	17
2.4. Alelopatia.....	18
2.5. Alelopatia e Competição.....	19
2.6. Compostos secundários .....	20
2.7. Principais classes de compostos secundários.....	21
2.8. Modos de liberação dos aleloquímicos.....	22
2.9. Ação dos Aleloquímicos.....	22
2.10. Bioensaios e anomalias em plântulas .....	24
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1.Área de estudo.....	25
3.2. Coleta do material botânico .....	26
3.3. Preparo do extrato aquoso bruto (EBA) .....	26
3.4. Bioensaios .....	27

3.5. Análise Estatística .....	28
3.6. Avaliação Físico-química dos extratos.....	28
3.7. Avaliação Fitoquímica.....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
4.1. Composição da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado.....	30
4.2. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira da Mata úmida em período de estiagem sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em <i>Lactuca sativa</i> L.....	34
4.3. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira do Cerrado em período de estiagem sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de nomalias em <i>Lactuca sativa</i> L.....	36
4.4. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira da Mata úmida em período chuvoso sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em <i>Lactuca sativa</i> L.....	39
4.5. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira do Cerrado em período chuvoso sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em <i>Lactuca sativa</i> L.....	41
4.6. pH e Osmolaridade.....	43
4.7. Composição fitoquímica.....	44
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas se tem conhecimento dos efeitos positivos ou negativos que algumas plantas têm sobre o desenvolvimento de outras. Tais efeitos são atribuídos à produção e disseminação de compostos químicos no solo (SOUZA FILHO; ALVES, 1998).

As plantas, microrganismos e fungos produzem metabólitos secundários que uma vez liberados no ambiente influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos naturais ou não, seja de forma positiva ou negativa (CARMO; BORGES; TAKAKI, 2007).

A alelopatia atua em todos os organismos, sendo mais comum e evidente nos vegetais (ALMEIDA, 1991; GOETZE; THOMÉ, 2004). O termo alelopatia vem do grego e significa *allelon* = de um para outro e *pathós* = sofrer. O conceito descreve a interferência de um indivíduo sobre o outro, prejudicando-o ou favorecendo-o, sendo esse efeito realizado por biomoléculas produzidas por uma planta e lançadas no meio (SOUZA et al. 2005). Essas biomoléculas também chamadas de compostos secundários por Almeida (1991) estão presentes em quase todos os tecidos da planta incluindo folhas, caules, raízes, rizomas, flores, frutos e sementes. A sua liberação no ecossistema pode ocorrer por volatilização de substâncias provenientes de plantas em estado vegetativo; por lixiviação através da chuva, de toxinas solúveis em água, das partes aéreas ou de tecidos subterrâneos; por decomposição de tecidos vegetais e por exsudação do sistema radicular. Além disso, esses compostos variam em qualidade e quantidade de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles têm sua síntese desencadeada por eventuais mudanças às quais as plantas estão expostas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

A serrapilheira é um importante componente dentro de um ecossistema florestal compreendendo o material precipitado ao solo pela biota, o que inclui principalmente folhas, galhos, frutos, flores, raízes e resíduos animais (DIAS; OLIVEIRA FILHO, 1997). A serrapilheira responde pela ciclagem de nutrientes e indica a capacidade produtiva da floresta quando relaciona os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie. De maneira geral, as folhas são responsáveis por mais

de 50% da serrapilheira produzida em uma floresta (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

Mesmo depois de mortas, as plantas mantêm em seus tecidos, substâncias alelopáticas cuja liberação ocorre por diversas vias tais como, pela ação da chuva e do orvalho lixiviadas para o solo, onde podem afetar a germinação de sementes assim como o crescimento de plântulas (ALMEIDA, 1991). A decomposição da serrapilheira permite que os aleloquímicos entrem em contato com as plantas existentes no ambiente (SCHEER, 2008; BRITO, 2010).

Poucos estudos foram realizados com vistas ao entendimento das implicações alelopáticas em sistemas agroflorestais ainda que o entendimento desse processo seja importante para o manejo dos mesmos (GRISI, 2010).

É possível que substâncias presentes nos materiais vegetais que compõem a serrapilheira atuem sobre a germinação e o desenvolvimento de outras (CZARNOBAI; VOLTOLINI, 2009).

Diante da importância da serrapilheira para a manutenção de diversos ecossistemas se faz necessário um maior conhecimento sobre as atividades biológicas que este material exerce sobre as diferentes espécies vegetais. Neste sentido com o presente trabalho objetivou-se investigar o efeito do extrato aquoso da serrapilheira formada em áreas de Mata úmida e Cerrado na Chapada do Araripe – CE, sobre a germinação, desenvolvimento e anomalias de *Lactuca sativa* L. além de determinar as prováveis classes de metabólitos secundários responsáveis por tais efeitos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Alelopatia e Serrapilheira

Theophrastus (biólogo grego), discípulo de Aristóteles em 300 A.C, fez o primeiro registro de alelopatia escrevendo sobre a influência de plantas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), na exaustão do solo e destruição de plantas infestantes no entorno (BORGATI, 2010). Em 1932, o botânico De Candalle sugeriu que o cansaço da terra na agricultura também era decorrente de exsudatos liberados pelas plantas da própria cultura (RICE, 1984).

Somente em 1937, este fenômeno foi denominado alelopatia por Molisch (*allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer) (FERREIRA; AQUILA, 2000). Rice (1984) amplia a definição de alelopatia ao colocar que se trata de “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”.

A serrapilheira é um importante elemento do ecossistema florestal, pois compreende o material precipitado no solo pelos seres vivos, isso inclui principalmente folhas, ramos, flores, frutos e sementes (DIAS; OLIVEIRA FILHO, 1997). Ela também pode ser formada por restos orgânicos de animais e vegetais que são acumulados sobre o solo, sob diversas etapas de decomposição, desse modo, representam uma forma de entrada e posterior incremento da matéria orgânica do solo (BARBOSA; FARIA, 2006).

Andrade, Tavares e Coutinho (2003) afirmam que a queda de folhas e outros componentes da parte aérea que formarão a serrapilheira fazem parte de um importante mecanismo de transferência de nutrientes da fitomassa vegetal. Esse processo tem início com a senescência de partes da planta, devido a mudanças metabólicas relacionadas à fisiologia de cada espécie, e por estímulos do ambiente como o fotoperíodo, temperatura, estresse hídrico etc.

De acordo com Ferreira et al. (2007) a serrapilheira, principal meio de deslocação no fluxo de nutrientes é extremamente importante para a sustentabilidade de uma floresta, por permitir o retorno ao solo de uma significativa quantidade de nutrientes para os vegetais. Além de interceptar as gotas de chuva, minimizando assim efeitos erosivos. Age também no armazenamento de água, mesmo que em pouca quantidade e como um isolante térmico contribuindo para a redução da evaporação e

manutenção de um microclima estável na superfície do solo (KINDEL, 2001; FIGUEIRÓ, 2005).

Por outro lado, a serrapilheira quando muito espessa pode funcionar como uma barreira bloqueando o estabelecimento inicial de algumas espécies, impedindo a chegada de algumas sementes, impossibilitando a radícula de atingir o solo, dificultando a emergência de plântulas depois de germinadas, limitando também a disponibilidade de água e impedindo que uma considerável quantidade de água da chuva chegue ao solo (FACELLI; PICKETT, 1991).

É possível ainda que substâncias presentes nos materiais vegetais que compõem a serrapilheira atuem sobre a germinação e o desenvolvimento de outras. Resultados das pesquisas de Czarnobai e Voltolini (2009) sobre a ação da espessura da serrapilheira nas áreas de Mata Nativa, pinus e eucaliptos da Flona de Passa Quatro em Minas Gerais mostraram tal fato, comprovando a influência desse material sobre o estabelecimento de plântulas.

Almeida (1991) assegura que mesmo depois de mortas, as plantas mantêm em seus tecidos, substâncias alelopáticas cuja liberação ocorre por diversas vias tais como, pela ação da chuva e do orvalho lixiviadas para o solo, onde podem afetar a germinação de sementes assim como o crescimento de plântulas. Para o mesmo autor a intensidade de liberação dessas substâncias alelopáticas depende das condições ambientais.

Segundo Figueiredo Filho et al. (2003) a quantidade de serrapilheira depositada varia de acordo com o ecossistema florestal variando também as proporções de frações constituintes, assim como a sua produção, que é influenciada por fatores bióticos e abióticos, tais como: tipo de vegetação, coordenadas geográficas, precipitação, temperatura, luz, relevo, e características do solo.

Na estação seca quando as temperaturas são mais elevadas, a quantidade de serrapilheira que cai das árvores protege o solo, porém no período das chuvas ela é degradada pelos microrganismos decompositores, não ocorrendo acúmulo desse material na superfície (SOUTO, 2006).

É muito comum a serrapilheira interferir no desenvolvimento e estabelecimento de espécies existentes próximas a mesma. Porém, poucos estudos foram realizados com vistas ao entendimento das implicações alelopáticas em sistemas agroflorestais ainda que o entendimento desse processo seja importante para o manejo dos mesmos (GRISI, 2010). Dentre os poucos estudos sobre serrapilheira, resíduos vegetais ou coberturas mortas que têm sido realizados a fim de comprovar algum efeito alelopático, destacam-

se os de Almeida, 1991; Souza et al., 1999; Santos et al., 2001; Santos et al., 2002; Santos et al. 2003; Teixeira; Araújo; Carvalho, 2004; Rezende et al., 2005; Tokura; Nóbrega, 2006; Poeiras; Carmo, 2007; Czarnobai; Voltolini, 2009; Faria, 2009 e Martins et al., 2009.

O uso de cobertura verde ou morta e dos restos vegetais, visando controlar o crescimento de plantas daninhas, é um dos exemplos mais antigos do aproveitamento econômico da alelopatia (REZENDE et al., 2003). A cobertura morta exerce importantes efeitos na conservação do solo e na manutenção de sua umidade (MEDEIROS, 1989).

Vizzoto e Müller (1989) afirmam que o uso de coberturas mortas é comum em produções olerícolas, principalmente em sistemas de cultivo orgânico, para a melhoria das condições hídricas, biológicas e edáficas do solo. Para os mesmos autores é possível que o efeito alelopático dessas coberturas mortas ocasione baixa germinação e/ou desuniformidade da emergência de plantas cultivadas.

A importância dos efeitos provocados pelas coberturas mortas sobre as plantas salienta a existência de efeitos distintos dessas coberturas, que deverão ser analisados sobre o aspecto físico, biológico e químico, considerando inclusive as interações que poderão ocorrer entre eles (MARTINS et al., 2009).

## **2.2. Mata úmida**

A Mata úmida localizada na Chapada do Araripe apresenta fragmentos de Mata Atlântica (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Também denominada de Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular, está localizada nas vertentes superiores da Chapada. Os principais determinantes da ocorrência dessa floresta é a altitude e a exposição aos ventos úmidos. As chuvas orográficas, aliadas ao orvalho oriundo do nevoeiro, são os condicionantes principais da ocorrência deste tipo de vegetação. A água subterrânea na encosta proporciona a estabilidade do ecossistema florestal (KAZMIERCZAK et al., 1996; NASCIMENTO; NASCIMENTO; AZEVEDO JÚNIOR, 2000).

A Mata úmida é formada em sua maior parte por espécies arbóreas com caules retilíneos e espessos, com altura entre 15 e 20 m, intermeadas por estrato arbustivo, formado ora por árvores jovens, ora por arbustos com altura média de 4 m. Densamente

povoada apresenta raros espaços entre as copas das árvores; já na superfície do solo, os arbustos ocupam os espaços entre uma árvore e outra (KAZMIERCZAK et al., 1996; ARAÚJO, 2004).

Trabalhos desenvolvidos nos últimos anos comprovam a ação alelopática de diversas espécies de Mata atlântica sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas das mais variadas espécies receptoras. Como pode ser observado no caso de *Euterpe edulis* Martius, espécie nativa da Mata Atlântica, cujo extrato provocou a inibição do crescimento da parte aérea e da radícula de alface (LIMA et al., 2011); *Merostachys pluriora* Munro ex E.G. Camus com o extrato aquoso inibindo a germinação e a velocidade de germinação de sementes de arroz e tomate afetando também o crescimento da raiz e hipocótilo de plântulas de arroz (FARIA; GROMBONE-GUARATINI, 2011) e *Tynanthus micranthus* Corr. Mello ex. Schum. com o extrato hidroalcoólico das suas folhas estimulando a germinação de sementes de alface (CANSIAN et al., 2013).

### 2.3. Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, caracterizado por abrigar árvores retorcidas, coriáceas, com espaços onde se desenvolve um estrato herbáceo com gramíneas e ervas, ora contínuo, ora descontínuo tem sido degradado rapidamente pela ação humana (ARAÚJO, 2004). Em apenas 40 anos, esse bioma perdeu aproximadamente 50% de sua extensão e sofreu danos ambientais como, fragmentação de habitats, extinção de várias espécies vegetais e animais, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos e possíveis modificações climáticas (KLINK; MACHADO, 2005).

Trabalhos com espécies do Cerrado mostram que diferentes partes da planta podem afetar a germinabilidade, crescimento e desenvolvimento de espécies receptoras. Podendo ser referido o caso de *Aristolochia esperazae* O. Kuntze cujo extrato aquoso bruto provocou a inibição da germinação de alface e rabanete (GATTI et al., 2004). *Amburana cearensis* A. Smith cujo extrato aquoso provocou a redução da porcentagem (inicial e final) de germinação e crescimento da parte aérea e raiz em sementes de sorgo (SILVA et al., 2006b). *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg, *Davilla elliptica* A. St. – Hil, *Diopyros hispida* A. D, *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart, *Miconia albicans*

(Sw.) Triana, *Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker, *Schefflera vinosa* (Cham. & Schldtl.) Frodin & Fiaschi, *Senna rugosa* (G. Don) H.S. Irwin & Barneby, *Siparuna guianensis* Aubl., *Stryphnodendron polyphyllum* Mart., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. cujos extratos aquosos causaram atraso na velocidade de germinação de sementes de alface e gergelim (GATTI; PEREZ; FERREIRA, 2007).

## 2.4. Alelopatia

Almeida (1991) afirmou que embora a alelopatia possa estar presente em todos os organismos, nas plantas ela é mais comum e evidente, servindo como mecanismo de defesa contra patógenos.

A alelopatia tem sido reconhecida como um importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, bem como a produtividade e o manejo de culturas (CARVALHO, 1993).

Carmo, Borges e Takaki (2007) descreveram a alelopatia como qualquer processo envolvendo metabólitos secundários produzidos por plantas e microrganismos que liberados no ambiente, influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas biológicos naturais ou implantados, seja de forma positiva ou negativa. Já a SIA (Sociedade Internacional de Alelopatia) define a alelopatia como sendo o “processo que envolve metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos” (PINA, 2008).

As interações alelopáticas podem interferir na germinação de sementes e/ou estabelecimento e desenvolvimento de indivíduos vizinhos (GATTI; PEREZ; FERREIRA, 2007; SILVA, 2009). Além disso, os compostos com efeitos alelopáticos podem atuar nas funções vitais da respiração, divisão celular, fotossíntese, nutrição e reprodução de algumas plantas, prejudicando o desenvolvimento da espécie intolerante a essas substâncias (AIRES, 2007).

Dois atributos importantes para o entendimento da alelopatia são a especificidade e a periodicidade. A especificidade refere-se às substâncias químicas produzidas pelas plantas com propriedades alelopáticas que prejudicam ou não as espécies de plantas receptoras. Na periodicidade, as substâncias produzidas podem ser encontradas em concentrações distintas nas diversas partes do vegetal, assim como

durante seu ciclo de vida. Quando liberadas, essas substâncias causam efeitos alelopáticos que são observados na germinação, no crescimento e desenvolvimento das plantas receptoras ainda que, essas já estejam estabelecidas (CARVALHO, 1993; PIRES; PRATES; PEREIRA FILHO, 2001).

A alelopatia é considerada por Souza Filho e Alves (1998) como um ramo da ciência que pode servir de base para a sustentabilidade da agricultura em diferentes segmentos. Um número considerável de pesquisas tem sido realizado em diversos países, inclusive no Brasil, ainda que com uma participação moderada. Desde o início, a alelopatia tem sido utilizada como forma de compreender alguns fenômenos da natureza.

## **2.5. Alelopatia e Competição**

Para Ferreira e Aquila (2000), a alelopatia e a competição são fenômenos distintos na natureza, ainda que possam estar interligados. Para os autores acima, os aleloquímicos podem agir de forma direta e indireta causando alterações nas condições nutricionais do solo ou na atividade dos microrganismos.

Gatti (2008) declara que diversos mecanismos ecológicos ocorrem simultaneamente nos ecossistemas naturais, por isso se torna difícil distinguir a complexidade que envolve esses mecanismos. Alguns autores definem alelopatia e competição através do termo “interferência”, no entanto é importante distinguir esses dois processos pois se trata de mecanismos opostos. A competição ocorre com a retirada de fatores (como água, luz e nutrientes) e a alelopatia acontece pela produção ou liberação de substâncias no ambiente (GATTI, 2008; NEVES, 2005).

Souza Filho e Alves (2002) afirmam que teoricamente é fácil separar alelopatia e competição, porém em condições de campo fica complicada essa distinção uma vez que esses fenômenos ocorrem ao mesmo tempo entre os elementos do ecossistema dificultando a separação dos efeitos produzidos.

## 2.6. Compostos secundários

Alguns vegetais produzem compostos do metabolismo secundário que inibem ou favorecem o processo de germinação bem como o processo de divisão celular denominado aleloquímicos (CAPOBIANGO, VESTENAS; BITTENCOURT, 2009). Estes compostos podem ser voláteis, sendo exalados dos órgãos de plantas. Quando líquidos podem ser lixiviados da parte aérea ou subterrânea na direção da planta para o solo. E em se tratando de tecidos mortos, a liberação de aleloquímicos pode ocorrer durante o processo de decomposição (NEVES, 2005).

Pina (2008) afirmou que plantas e microrganismos fornecem substâncias com uma grande variedade de estruturas químicas que podem ser usadas na produção de novos pesticidas na agricultura. O interesse na produção de agroquímicos tem aumentado significativamente a partir de aleloquímicos orgânicos.

Geralmente, os aleloquímicos são compostos orgânicos de baixo peso molecular provenientes das rotas do metabolismo primário (biossíntese de carboidratos simples, proteínas e lipídeos; e das reações catabólicas, como a respiração) de plantas, bactérias e fungos. Estes compostos também possuem funções de grande importância para a planta tais como: defesa contra patógenos, sinalização, alelopatia, atração de polinizadores e estrutura física (AIRES, 2007; PINA, 2008).

O efeito alelopático ocorre pela liberação no ambiente de grande variedade de metabólitos primários e secundários a partir de folhas, raízes e serrapilheira em decomposição. Entretanto, é necessário que essas substâncias aleloquímicas sejam acumuladas em quantidades suficientes para proporcionar interferência (BRUNES et al., 2012).

Segundo Mano (2006), os compostos alelopáticos podem ser produzidos e armazenados por qualquer parte da planta. Inúmeros autores comprovaram a ocorrência destes compostos em todas as partes da planta, sendo registrada a presença de aleloquímicos em raízes, caules aéreos, rizomas, flores, frutos e sementes. Estes compostos variam em quantidade e qualidade de espécie para espécie, até mesmo na quantidade do metabólito de um local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles possuem suas sínteses desencadeadas por mudanças a que as plantas estão expostas (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Os metabólitos secundários podem ser utilizados de diversas formas, desde produtos farmacológicos e corantes até pesticidas ou como estruturas precursoras para a síntese de substâncias orgânicas (AIRES, 2007).

## **2.7. Principais classes de compostos secundários**

Produtos do metabolismo secundário (terpenos, compostos fenólicos e alcalóides) apesar de nem sempre serem necessários para que uma planta atinja seu último estágio de vida, desempenham um papel importante na interação entre plantas e o meio ambiente uma vez que atuam contra a herbivoria, ataque de patógenos, microrganismos predadores e parasitoides, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores e dispersores de semente. Também podem proteger contra estresses abióticos como mudanças de temperatura, estresse hídrico, níveis de luz, exposição a UV e deficiência de nutrientes minerais (PERES, 2004).

Os terpenos são formados pela união de unidades isoprênicas de cinco carbonos denominado isopentenilpirofosfato (IPP). O IPP é derivado do ácido mevalônico ou mevalonato e origina todos os outros terpenos (PERES, 2004). Quando submetidos a temperaturas elevadas, transformam-se em isoprenos (JAKIEMIU, 2008). Os terpenos podem agir como atrativos para polinizadores, atuar como repelentes de artrópodes, e também, podem estar envolvidos na defesa das plantas contra pragas e doenças (DUTRA-TAVEIRA, 2011).

Os compostos fenólicos compreendem estruturas com diferentes graus de complexidade (BORGATI, 2010). As classes mais importantes são: a lignina, que fortalece as paredes celulares; os pigmentos flavonóides, que funcionam como proteção contra os raios ultravioleta e como atrativos para os polinizadores e dispersores de sementes; os taninos, a lignina, os flavonóides e outros compostos fenólicos, que atuam na defesa contra a herbivoria e patógenos (SALGADO, 2004).

Os alcalóides são bases orgânicas nitrogenadas amplamente encontradas na natureza. A bioatividade dos alcalóides está relacionada com sua interação com o DNA. Esses metabólitos podem se intercalar na cadeia de DNA ou ligar-se ionicamente com os grupos fosfatos dos ácidos nucléicos comprometendo a síntese protéica (SILVA, 2004). Assim, os alcalóides são classificados de acordo com o aminoácido precursor,

sendo eles: ornitina, lisina, ácido nicotínico, tirosina, histidina, ácido antranílico, e triptofano (BORGATI, 2010).

## 2.8. Modos de liberação dos aleloquímicos

Sabe-se que a liberação de substâncias alelopáticas no meio pode ocorrer através dos processos de volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição microbiana ou de resíduos (NEVES, 2005). Estes processos são liberados do seguinte modo:

**Volatilização:** alguns aleloquímicos aromáticos são volatilizados por diversas partes das plantas como: folhas, flores, caules e raízes (ALMEIDA et al., 2008). Esses compostos atuam sobre as plantas vizinhas por meio de moléculas em suspensão, deixam o ar perfumado e são absorvidos pelo solo onde podem também inibir a germinação de plantas daninhas (BORGATI, 2010).

**Lixiviação:** esse processo ocorre via água da chuva ou pelas gotas de orvalho que transportam aleloquímicos para o solo (BORGATI, 2010). As substâncias tóxicas que são solúveis em água são levadas da parte aérea e das raízes ou de resíduos vegetais em decomposição, que podem interferir no crescimento de plantas vizinhas (ALMEIDA et al., 2008).

**Exsudação radicular:** inúmeras substâncias alelopáticas são liberadas na rizosfera circundante e podem atuar de forma direta ou indireta nas relações planta/planta e na ação de microrganismos (ALMEIDA et al., 2008).

**Decomposição microbiana:** acontece quando partes da planta caem no solo e são decompostas pela ação biótica e abiótica, com a liberação de toxinas, que podem influenciar espécies adjacentes (DUTRA-TAVEIRA, 2011).

## 2.9. Ação dos Aleloquímicos

Souza Filho e Alves (1998) afirmam que os trabalhos realizados para avaliar a forma de ação de aleloquímicos específicos geralmente são feitos pelo monitoramento

de seus efeitos sobre as principais funções das plantas. As condições de estudo e tipos de bioensaios não são semelhantes, e geralmente demonstram a interferência dos aleloquímicos em diferentes processos do metabolismo primários dos vegetais e nos sistemas reguladores de crescimento das plantas superiores.

Em se tratando de aleloquímicos, Ferreira e Aquila (2000) asseguram que a ação destes ocorre quando o composto químico se une às membranas da planta receptora ou penetra nas suas células, prejudicando diretamente seu metabolismo. Podem alterar o padrão de germinação resultando em efeitos sobre: a permeabilidade de membranas; a transcrição e tradução do DNA; o funcionamento dos mensageiros secundários; a respiração por sequestro de oxigênio (fenóis); a conformação de enzimas e de receptores, ou ainda pela combinação destes fatores. Métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação dos aleloquímicos utilizados na química de produtos naturais, são ferramentas que propiciam um maior conhecimento sobre diversos compostos secundários, agrupados de diversas formas.

Os aleloquímicos também podem agir indiretamente, alterando as propriedades do solo, suas condições nutricionais, alterações de populações e/ou atividade dos microrganismos. Essas ações são marcadas pela especificidade da composição bioquímica e das características biológicas das espécies doadoras e receptoras (SANTOS et al., 2001).

Para Oliveira et al. (2002), há uma interferência causada pelos aleloquímicos que atuam na conservação, dormência e germinação de sementes, crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas. O vigor de uma planta pode levar a competição entre espécies e causar interferência no crescimento de espécies numa dada área, influenciando assim, a constituição dos ecossistemas naturais. Desta maneira, a sucessão vegetacional de um determinado ambiente pode estar condicionada às plantas pré-existentes e aos aleloquímicos exalados no meio.

Quando as substâncias com efeitos alelopáticos são liberadas, geralmente sofrem rápida transformação no solo, muitas vezes por ação microbiana, que podem tornar essas substâncias inativas ou mais enérgicas como fitotoxinas (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

## 2.10. Bioensaios e anomalias em plântulas

Para avaliação das atividades alelopáticas, das diversas espécies vegetais são realizados bioensaios em laboratório, por meio dos quais são isolados os efeitos alelopáticos de uma espécie das demais interferências, e até mesmo das toxinas microbianas. Nesses testes podem ser avaliados parâmetros globais como germinação, crescimento e desenvolvimento das plântulas ou plantas (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Espécies receptoras sensíveis a aleloquímicos são utilizadas em bioensaios realizados em laboratório a fim de avaliar a fitotoxicidade de extratos vegetais, isso possibilita o controle ambiental e a exclusão da interação simultânea entre indivíduos que ocorrem em cultivos no campo (TUR et al., 2012)

A espécie receptora a ser escolhida para o teste deve ter germinação fácil e uniforme e o seu crescimento deve ser rápido (OLIVEIRA, 2009). Há espécies mais resistentes ou tolerantes aos metabólitos secundários que funcionam como aleloquímicos. As espécies *Lactuca sativa* (alface) e *Solanum lycopersicum* L. (tomate) são bem mais sensíveis em relação a outras espécies, por isso são muito utilizadas em biotestes de laboratório (FERREIRA; AQUILA, 2000).

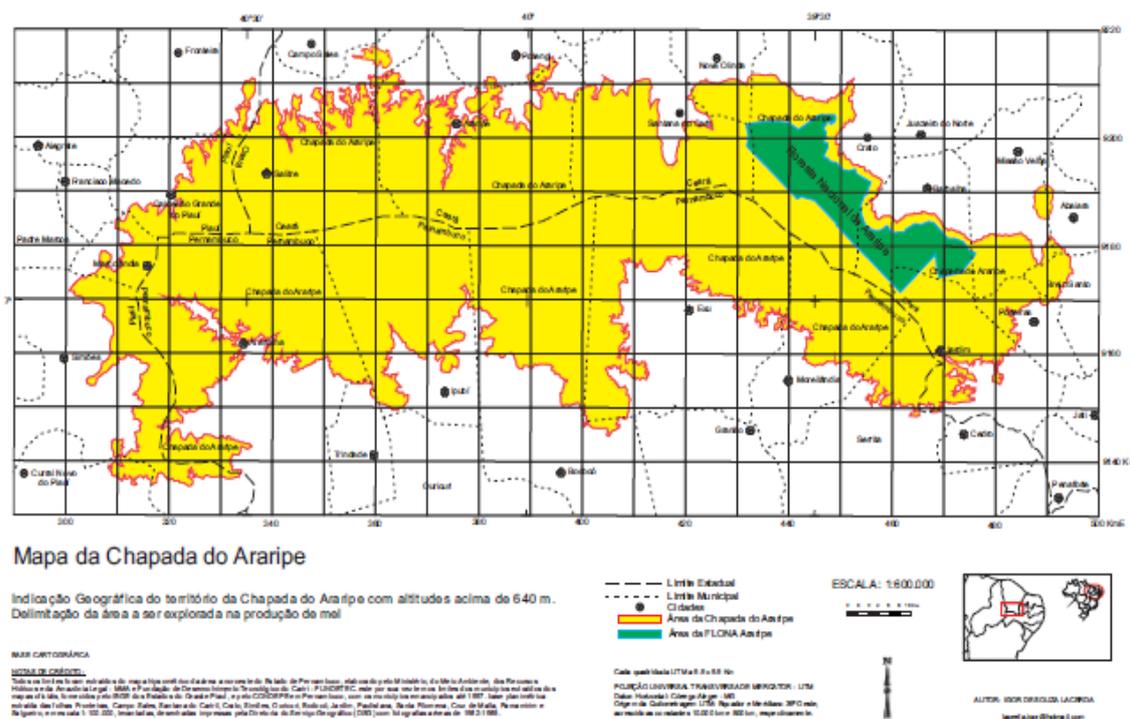
Para estes mesmos autores, a germinação não é tão sensível aos aleloquímicos como o crescimento da plântula, no entanto, analisar esse parâmetro é muito simples, pois para cada semente o fenômeno é discreto, germina ou não germina. As substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.

Desse modo, a avaliação da normalidade das plântulas é um parâmetro importantíssimo. São classificadas como plantas anormais: plântulas danificadas, quando algumas estruturas essenciais encontram-se ausentes ou muito danificadas; plântulas deformadas quando se desenvolvem pouco ou possuem distúrbios fisiológicos e plântulas deterioradas quando apresentam infecção primária em algumas de suas estruturas essenciais (BRASIL, 2009).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

A Chapada do Araripe (Figura 1) ocupa uma posição central no Nordeste brasileiro, abrangendo parte dos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. Possui feições florísticas “*sui generis*” por abrigar uma variada gama de paisagens que vão desde áreas mais amenas, em termos climáticos, no extremo sul do Ceará, até locais extremamente áridos no centro-oeste do Piauí (DUTRA-TAVEIRA, 2011).



**Figura 1.** Localização da Floresta Nacional do Araripe.

Fonte: IBAMA-MMA.

### 3.2. Coleta do material botânico

O material vegetal foi coletado na Chapada do Araripe, estrada Crato – Exu, em áreas de Mata úmida nas coordenadas geográficas (7°14' S e 39°28' W) a 934 m de altitude e em áreas de Cerrado, sob as coordenadas geográficas (7°17' S e 39°32' W) a 928 m de altitude.

A serrapilheira da Mata úmida e a serrapilheira do Cerrado foram coletadas na estação seca que vai de junho a janeiro (2012 e 2013) e na estação chuvosa que vai de fevereiro a maio (2013). Dados pluviométricos foram obtidos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Foram coletados diretamente do solo em pontos aleatórios, aproximadamente 400 gramas de serrapilheira de áreas de Mata úmida e Cerrado nos períodos de chuva e estiagem. Após a coleta o material botânico foi acondicionado em sacos de polietileno de 100L.

As espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta da Mata úmida e do Cerrado foram identificadas com auxílio de mateiro e com base em material previamente identificado integrante do acervo do Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima.

As coletas foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob o número: **32136-2** emitido em 07 de dezembro de 2011 (Anexo A).

Como espécie receptora foi utilizada *Lactuca sativa* (alface) por apresentar uma germinação rápida e uniforme.

### 3.3. Preparo do extrato aquoso bruto (EBA)

Para preparação do extrato aquoso bruto – EBA foram triturados 200g de serrapilheira de cada ambiente em 1 L de água destilada com auxílio de um liquidificador industrial (CRUZ; NOZAKI; BATISTA, 2000). Após a trituração, o material foi filtrado com auxílio de funil de vidro com algodão hidrófilo, sendo o líquido resultante posto em tubos de ensaio para ser centrifugado a 3.000 rpm por 10

minutos para a obtenção do extrato aquoso bruto na concentração de 100%, a partir do qual foram feitas as diluições: 75, 50 e 25%.

### 3.4. Bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Botânica Aplicada da Universidade Regional do Cariri. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (25, 75, 50 e 100%) de cinco repetições cada e um Controle (água destilada). Para cada repetição foram utilizadas 20 sementes de alface, totalizando 100 sementes por tratamento. As sementes foram acondicionadas em placas de Petri revestidas com duas folhas de papel filtro, embebidas com 3mL de extrato nas diferentes concentrações e o Controle com 3mL de água destilada. Os experimentos foram mantidos em câmara de germinação para demanda biológica de oxigênio BOD a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12/12 horas por sete dias.

Os parâmetros analisados foram: média de sementes germinadas (MSG), índice de velocidade de germinação (IVG), desenvolvimento do caulículo e da radícula, ocorrência de necrose na radícula e de plântulas anormais.

Foram consideradas germinadas as sementes que formaram plântulas com radículas a partir de 2mm de comprimento. A medição do comprimento do caulículo e da radícula das plântulas foi realizada com auxílio de régua milimetrada. A ocorrência de radículas necrosadas foi registrada através de visualização direta. E a formação de plântulas anormais foi verificada segundo orientações do manual de Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG), somatório da razão entre o número de sementes germinadas no tempo  $i$  e o espaço de tempo  $i$  (GORLA; PEREZ, 1997) foi calculado através da equação abaixo:

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left( \frac{ni}{i} \right)$$

Onde:

$n_i$ : n° de sementes germinadas no dia  $i$

$i$ : n° de dias.

### 3.5. Análise Estatística

Os dados obtidos da média de sementes germinadas (MSG), índice de velocidade de germinação (IVG), desenvolvimento do caulículo e da radícula, ocorrência de necrose na radícula e de plântulas anormais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o programa ASSISTAT, versão 7,6 beta e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 1 e 5% de significância.

### 3.6. Avaliação Físico-química dos extratos

Os extratos aquosos brutos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: pH e osmolaridade em aparelhos do tipo pHgâmetro e Osmômetro, respectivamente.

O pH de cada concentração, dos extratos da serrapilheira foi aferido e devido a alta acidez foram ajustados para 6,0 com soluções de KOH 0,1mol/L e HCl a 5% conforme recomendações de Macias, Gallindo e Molinillo (2000).

As medidas dos potenciais osmóticos nas diferentes concentrações, foram obtidas em mOsm/kg e convertidos para pressão osmótica (MPa) através da equação abaixo (LARCHER, 2004):

$$\pi = - W \times 0,00832 \times Tabs$$

onde:  $\pi$  = Pressão Osmótica em MPa;  $W$  = Potencial Osmótico em Osm/kg;  $Tabs$  - Temperatura absoluta, expressa em graus Kelvin.

### **3.7. Avaliação fitoquímica**

A análise fitoquímica foi realizada no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais-LPPN da URCA. Para a determinação dos metabólitos secundários 600 mL do EBA foram evaporados em banho-maria até a obtenção do extrato bruto. Para os testes de prospecção fitoquímica, a metodologia proposta por Matos (2009) foi seguida.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado.

A serrapilheira da Mata úmida no ponto de coleta é formada por 26 espécies vegetais, distribuídas em 23 gêneros e 20 famílias (Tabela 1) e a serrapilheira do Cerrado no ponto de coleta é constituída por 25 espécies vegetais, distribuídas em 21 gêneros e 19 famílias (Tabela 2).

**Tabela 1.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta da Mata úmida, Chapada do Araripe, estrada Crato-Exu. Continua....

<b>Família/ espécie</b>	<b>Nome popular</b>
<b>ANNONACEAE</b>	
<i>Rollinia leptopetala</i> R.E. Fr.	maria preta
<b>ASTERACEAE</b>	
<i>Gochnatia blanchetiana</i> (DC.) Cabrera	cadeeiro-falso
<b>BIGNONIACEAE</b>	
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nichols.	ipê amarelo
<b>BORAGINACEAE</b>	
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	gargaúba
<b>BURSERACEAE</b>	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>	
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. F.) Prance	chorão da mata
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	escova de macaco
<i>Licania gardneri</i> (Hook. F.) Fritsch	esconde-jacu
<b>CLUSIACEAE</b>	
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	lacre
<b>CONNARACEAE</b>	
<i>Connarus detersus</i> Planch.	joão vermelho
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>	
<i>Erythroxylum barbatum</i> O. E. Schulz	cururu

**Tabela 1.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta da Mata úmida, Chapada do Araripe, estrada Crato-Exu.

Família/ espécie	Continuação....	Nome popular
<b>FABACEAE</b>		
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		pau d'óleo
<b>FLACOURTIACEAE</b>		
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.		touceira
<i>Casearia javitensis</i> Kunth		canela de veado
<b>LAURACEAE</b>		
<i>Ocotea pallida</i> (Meisn.) Mez		louro preto
<b>MALVACEAE</b>		
<i>Pavonia viscosa</i> A. St.-Hil.		rosa da mata
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth.) DC.		murta
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		cabelo de cutia
<i>Myrcia stenocarpa</i> Krug & Urb.		cambuí-bravo
<b>POACEAE</b>		
<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase		taquari
<b>RUBIACEAE</b>		
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll. Arg.		pau branco
<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Schult.) Müll. Arg.		xereca de nega
<b>RUTACEAE</b>		
<i>Zanthoxylum gardneri</i> Engl		laranjinha
<b>SAPINDACEAE</b>		
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		pitomba-braba
<b>SIMAROUBACEAE</b>		
<i>Simarouba amara</i> Aubl.		praíba
<b>VERBENACEAE</b>		
<i>Vitex flavens</i> Kunth		mama-cachorro

**Tabela 2.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta do Cerrado, Chapada do Araripe, estrada Crato – Exu. Continua...

<b>Família/ espécie</b>	<b>Nome popular</b>
<b>ANNONACEAE</b>	
<i>Xylopia laevigata</i> (Mart.) R.E.Fr.	bananinha
<b>BIGNONIACEAE</b>	
<i>Anemopaegma laeve</i> DC.	patuá de romeiro
<b>BURSERACEAE</b>	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla
<b>CELASTRACEAE</b>	
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	bom nome
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>	
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. F.) Prance	chorão da mata
<b>COMBRETACEAE</b>	
<i>Terminalia actinophylla</i> Mart.	murunduba
<b>CONNARACEAE</b>	
<i>Connarus detersus</i> Planch.	joão vermelho
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>	
<i>Erythroxylum barbatum</i> O. E. Schulz	cururu
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz	carrasquinho
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	catuaba verdadeira
<b>FABACEAE</b>	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	pau d'óleo
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	visgueiro
<b>FLACOURTIACEAE</b>	
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	canela de veado
<i>Casearia sylvestris</i> S.W.	café-brabo
<b>LAURACEAE</b>	
<i>Nectandra</i> sp.	louro-cheiroso
<i>Ocotea pallida</i> (Meisn.) Mez	louro preto

**Tabela 2.** Espécies vegetais encontradas em um raio de 5m do ponto de coleta do Cerrado, Chapada do Araripe, estrada Crato – Exu. Continuação...

<b>Família/ espécie</b>	<b>Nome popular</b>
<b>MALPIGHIACEAE</b>	
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici verdadeiro
<b>MYRTACEAE</b>	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	cabelo de cutia
<i>Myrcia stenocarpa</i> Krug & Urb.	cambuí-brabo
<b>PASSIFLORACEAE</b>	
<i>Passiflora</i> sp.	maracujá peroba
<b>POLYGALACEAE</b>	
<i>Bredemeyera brevifolia</i> (Benth.) Klotzsch ex A.W. Benn.	manacá
<b>PROTEACEAE</b>	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	congonha
<b>RUBIACEAE</b>	
<i>Faramea nitida</i> Benth.	potim
<b>RUTACEAE</b>	
<i>Zanthoxylum gardneri</i> Engl.	laranjinha
<b>SAPINDACEAE</b>	
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	pitomba brava

Das 51 espécies que compõem a serrapilheira de Cerrado e Mata úmida *C. javitensis*, *C. detersus*, *C. langsdorffii*, *E. barbatum*, *H. gracilipes*, *M. guianensis*, *M. splendens*, *M. stenocarpa*, *O. pallida*, *P. heptaphyllum* e *Z. gardneri* são comuns aos dois ambientes.

Embora inexistam trabalhos específicos envolvendo a ação alelopática da serrapilheira nos ambientes acima referidos constatou-se que espécies componentes dos mesmos apresentam potencialidades alelopáticas, é o caso, por exemplo, de *C. langsdorffii* cujo o extrato aquoso inibiu a germinação de sementes de alface em pesquisa realizada por Oliveira et al. (2005); de *M. splendens* com a redução do comprimento da raiz e parte aérea de plântulas de alface e do extrato aquoso de *E. puniceifolia* que reduziu de forma significativa o comprimento da raiz e parte aérea de

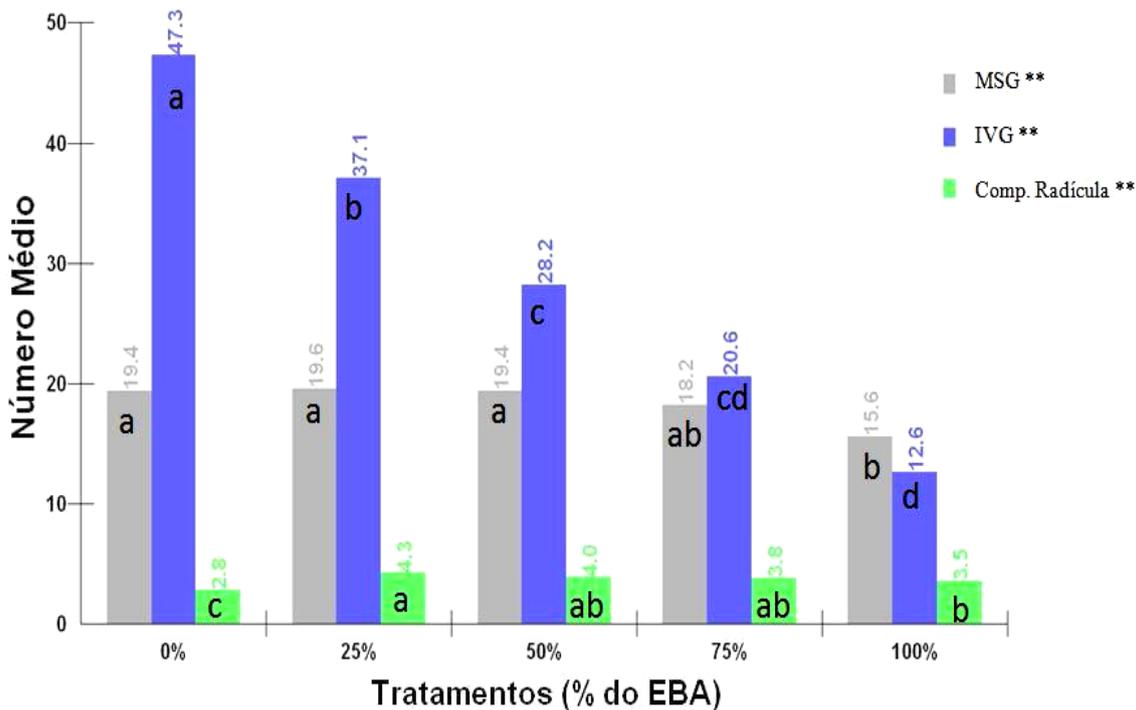
plântulas de alface, cebola e tomate em pesquisa desenvolvida por Imatomi (2010); dos extratos etanólicos de *E. barbatum* com a redução da velocidade de germinação e promoção do crescimento do caulículo de sementes de tomate, dos extratos etanólicos de *E. cuneifolium* promovendo efeitos fitotóxicos evidentes no crescimento da raiz de sementes de tomate em pesquisa realizada por Dutra-Taveira (2011). E extratos de folhas de *C. sylvestris* reduzindo a germinação de repolho e alface em pesquisa realizada por Capobianco, Vestenas e Bittencourt (2009).

#### **4.2. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira da Mata úmida em período de estiagem sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em *Lactuca sativa* L.**

•  
O extrato da serrapilheira do ambiente de Mata úmida a 75 e 100% de concentração provocou redução do número de sementes de alface germinadas. Esse parâmetro foi significativo ao nível de 1% de probabilidade (Figura 2). Nesse sentido Martins et al. (2009) estudando a serrapilheira de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* L.), espécie arbórea de ocorrência em Matas semidecíduas e na transição para o Cerrado, verificaram que o extrato aquoso dessa espécie em todas as concentrações promoveu a redução da germinação de sementes de alface. Do mesmo modo Rezende et al. (2005) estudando coberturas de solo com capim seco Tifton (*Cynodon* spp.), e maravalha (raspas da madeira), também constataram que esses resíduos de vegetação morta reduziram a germinação de sementes de *Eleusine indica* L. Gaert.

Oliveira et al. (2005) estudando o efeito do extrato aquoso de folhas de *C. langsdorffii*, espécie componente da serrapilheira em nosso estudo, verificaram uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) na taxa de germinação de sementes de alface.

O extrato da serrapilheira de Mata úmida em todas as concentrações provocou diminuição no Índice de Velocidade de Germinação das sementes de alface, esse resultado foi significativo ao nível de 1% de probabilidade (Figura 2).



**Figura 2.** Média de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida, coletada no período de estiagem.

(\*\*)-significância ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

Ferreira e Aquila (2000) reconhecem que efeitos alelopáticos podem ser observados na distribuição temporal da germinação e no retardo do tempo médio da germinação. Para Rodríguez, (2003) o índice de velocidade de germinação - IVG permite avaliar o efeito de compostos em baixas concentrações quando estas não são tão eficazes para inibir a germinação.

O comprimento do caulículo não foi afetado quando plântulas de *L. sativa* foram submetidas a diferentes concentrações do extrato aquoso da serrapilheira de Mata úmida, coletada no período seco. Já as radículas tiveram seu crescimento estimulado em todas as concentrações, sendo que a 25% de concentração esse efeito mostrou-se mais evidente em relação ao Controle (Figura 2). Esse parâmetro foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Imatomi (2010) trabalhando a ação do extrato de folhas de *M. splendens*, espécie componente da serrapilheira em nosso estudo, verificou que esse extrato provocou a redução do comprimento da raiz e parte aérea de plântulas de alface.

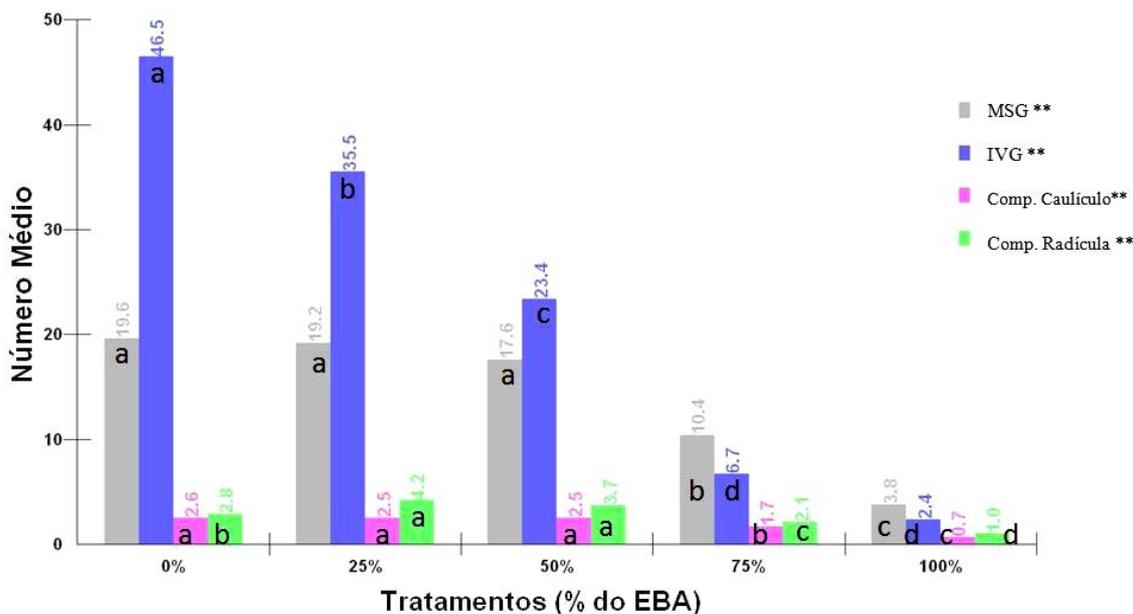
O extrato da serrapilheira do ambiente de Mata úmida não causou nenhum efeito sobre os parâmetros necrose das radículas e anomalia em plântulas, sendo esses resultados estatisticamente não significativos.

De acordo com Soares e Vieira (2000) o efeito tóxico observado em plântulas submetidas a extratos de espécies com potencial alelopático assemelha-se aos danos provocados pela ação de detergentes, caracterizando-se pela redução no tamanho e pelo aspecto necrosado.

#### **4.3. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira do Cerrado em período de estiagem sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em *Lactuca sativa* L.**

O extrato aquoso da serrapilheira do ambiente Cerrado a 75 e 100% de concentrações promoveu redução significativamente na germinação de sementes de alface sendo esse resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade (Figura 3). Silva et al. (2006a) estudando 15 espécies arbóreas nativas do Cerrado, verificaram que o pó e os extratos destas espécies inibiram a germinação de alface. Do mesmo modo, Martins et al. (2009), constataram que o extrato da serrapilheira de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) a 50% de concentração provocou redução na germinabilidade das sementes de alface. Hüller e Schock (2011) observaram que o extrato aquoso de *Eugenia pyriformis* Cambess. a 10% de concentração interferiu na velocidade de germinação de sementes de alface.

Os extratos da serrapilheira do ambiente Cerrado promoveram em todas as concentrações redução no índice de velocidade de germinação - IVG das sementes de alface, tais resultados foram significativos a nível de 1% de probabilidade em relação ao Controle (Figura 3). Tais resultados corroboram com Leite et al. (2009) onde o IVG das sementes de alface foi reduzido em todas as concentrações quando submetidas ao extrato aquoso de folhas de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae). Da mesma forma Ribeiro e colaboradores (2012) observaram que o extrato de *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville (barbatimão), espécie típica de Cerrado, em diversas concentrações promoveram a redução no IVG de sementes de alface.



**Figura 3.** Média de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação, comprimento do caulículo e da radícula de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado, coletada no período de estiagem.

(\*\*)-significância ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

Em relação à biometria dos caulículos e das radículas de plântulas de alface (Figura 3), foi verificado que o extrato da serrapilheira de Cerrado, coletado em período de estiagem promoveu uma redução significativa, ao nível de 1% de probabilidade, no comprimento do caulículo das plântulas submetidas ao extrato nas concentrações 75 e 100% quando comparadas ao Controle. Já o comprimento das radículas foi estimulado nas concentrações de 25 e 50%, enquanto a 75 e 100% verificou-se diminuição no crescimento dessa parte da plântula. Todas as concentrações mostraram resultados significativos ao nível de 1% de probabilidade (Figura 3).

A ação alelopática de diferentes espécies sobre o desenvolvimento de plântulas já foi registrada em diversos trabalhos como os de Maraschin-Silva e Aquila (2006), pois verificaram que os extratos de *Cecropia pachystachya* Trec., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schldl, *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax e *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burg., Lanj. & Boer, provocaram inibição no desenvolvimento das plântulas de alface. De modo semelhante Tur et al. (2012) constataram que o crescimento inicial das plântulas de alface foi alterado pela ação dos extratos de folhas frescas e secas de *Lonchocarpus campestris* (Mart ex. Benth). Nesse estudo o comprimento da radícula foi reduzido à medida que aumentavam as

concentrações do extrato, sendo que a ação mais drástica foi observada utilizando extratos de folhas secas nas concentrações 4 e 8%.

Souza Filho, Rodrigues e Rodrigues (1997) constataram que os extratos aquosos das leguminosas forrageiras leucena (*Leucaena leucocephala* (Lant) de Wit.), mineirão (*Stylosanthes guianensis* (Aublet) Sw cv. Mineirão) e calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) interferiram no comprimento radicular de três espécies de plantas invasoras de pastagem. Nesse caso o crescimento das plântulas foi mais sensível aos efeitos dos extratos do que a germinação. Para os mesmos autores essa maior sensibilidade da radícula, indica que as espécies receptoras *Desmodium adscendes* Sw DC., *Sida rhombifolia* K. Sch. e *Vernonia polyanthes* Less. podem ser utilizadas como indicadores em pesquisas com alelopatia.

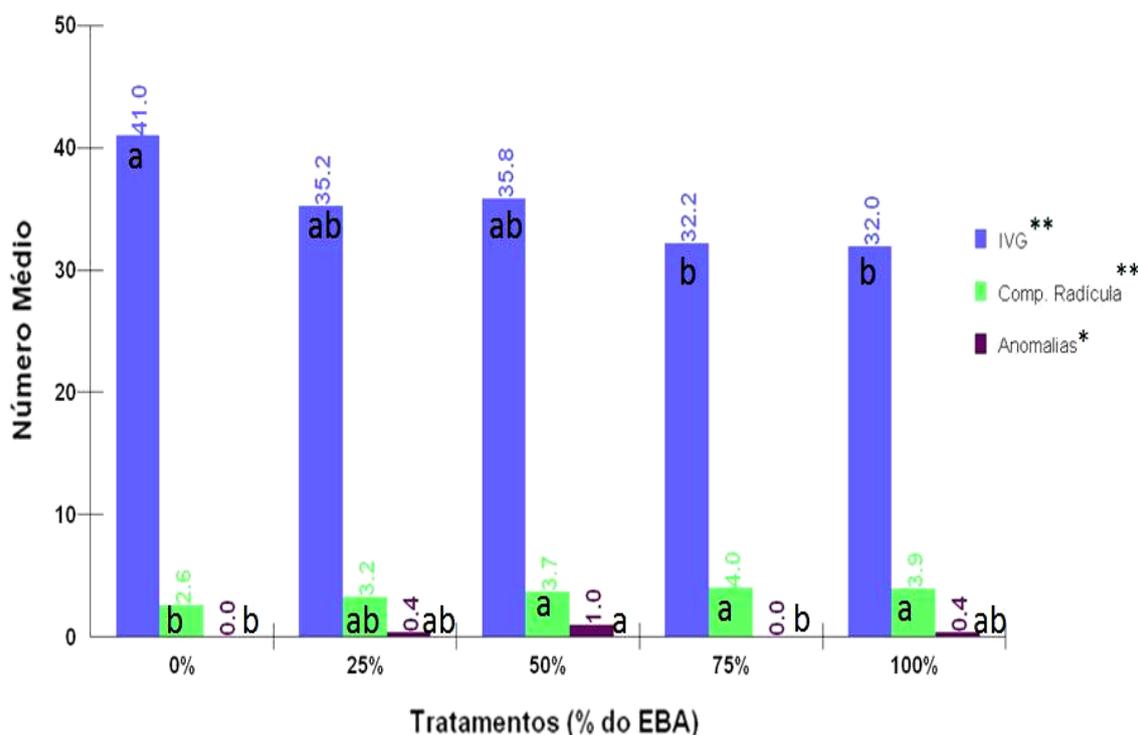
O extrato da serrapilheira do ambiente de Cerrado não causou necrose nas radículas das plântulas de alface.

Embora tenha sido observadas anomalias, como ausência de raiz primária; hipocótilo e raiz extremamente finos e hipocótilo grosso nas plântulas de alface submetidas ao extrato nas concentrações de 25, 50 e 100%, esse resultado não foi significativo. Felix et al. (2007) também registraram anormalidade em plântulas de alface e rabanete quando submetidas a extratos de *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith principalmente, no sistema radicular onde as raízes primárias se apresentaram atrofiadas, defeituosas, curtas e grossas e em alguns casos, praticamente ausentes.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), o critério morfológico da normalidade das plântulas é um instrumento valioso, uma vez que substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose radicular um dos sintomas mais comuns. Anormalidades como a inibição do crescimento da raiz primária em plântulas de alface arroz, cenoura, chicória, couve, pepino, repolho e tomate foram observadas por Jacobi e Ferreira (1991) quando submeteram estas sementes a extratos de frutos verdes e maduros de *Mimosa bimucronata* (DC) OK.

#### 4.4. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira da Mata úmida em período chuvoso sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em *Lactuca sativa* L.

O extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida coletada no período chuvoso não inibiu a germinação das sementes de alface em nenhuma das concentrações testadas. No entanto, afetou de modo negativo o índice de velocidade de germinação retardando a velocidade de germinação em todas as concentrações, principalmente nas concentrações 75 e 100% (Figura 4).



**Figura 4.** Índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula e anomalias em plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida, coletada no período chuvoso.

(\*\*)-significância ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); (\*)-significância ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

Analisando-se os dados da biometria dos caulículos das plântulas de alface verificou-se que o extrato da serrapilheira da Mata úmida não afetou de forma significativa o comprimento dessa estrutura, promovendo, contudo, o crescimento das radículas das plântulas de alface em todas as concentrações sendo esse resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade (Figura 4). Segundo Pires e Oliveira

(2011) os resíduos vegetais podem liberar substâncias capazes de inibir ou retardar a germinação e o crescimento das plântulas.

Poeiras e Carmo (2007) ao avaliarem a serrapilheira de *Eucalyptus grandis* W. Hill. em feijão guandu verificaram que o desenvolvimento do feijão não foi influenciado pela serrapilheira. Imatomi (2010) em seu estudo com extrato de folhas de *E. puniceifolia*, espécie componente da serrapilheira em nosso estudo, verificou que o extrato reduziu de forma significativa o comprimento da raiz e parte aérea de plântulas de alface, cebola e tomate. Estudos realizados por Soares e Vieira (2000) demonstraram que o extrato das folhas de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw., *Gleicheniella pectinata* (Willd.) Ching, *Sticherus bifidus* (Willd.) Ching, *Sticherus penniger* (Mart.) Copel., *Sticherus nigropaleaceus* (Sturm.) J. Prado e Lellinger (comuns em zona da Mata de Minas Gerais) reduziram de forma significativa o comprimento das radículas de alface.

A necrose das radículas não foi significativa em relação ao Controle. Quanto à ocorrência de anomalias, as plântulas de alface submetidas ao extrato da serrapilheira de Mata úmida a 25 e 100% de concentrações apresentaram folhas amareladas ou escurecidas e a 50% de concentração foram observadas plântulas com hipocótilo retorcido. Esse resultado foi significativo ao nível de 5% de probabilidade (Figura 4).

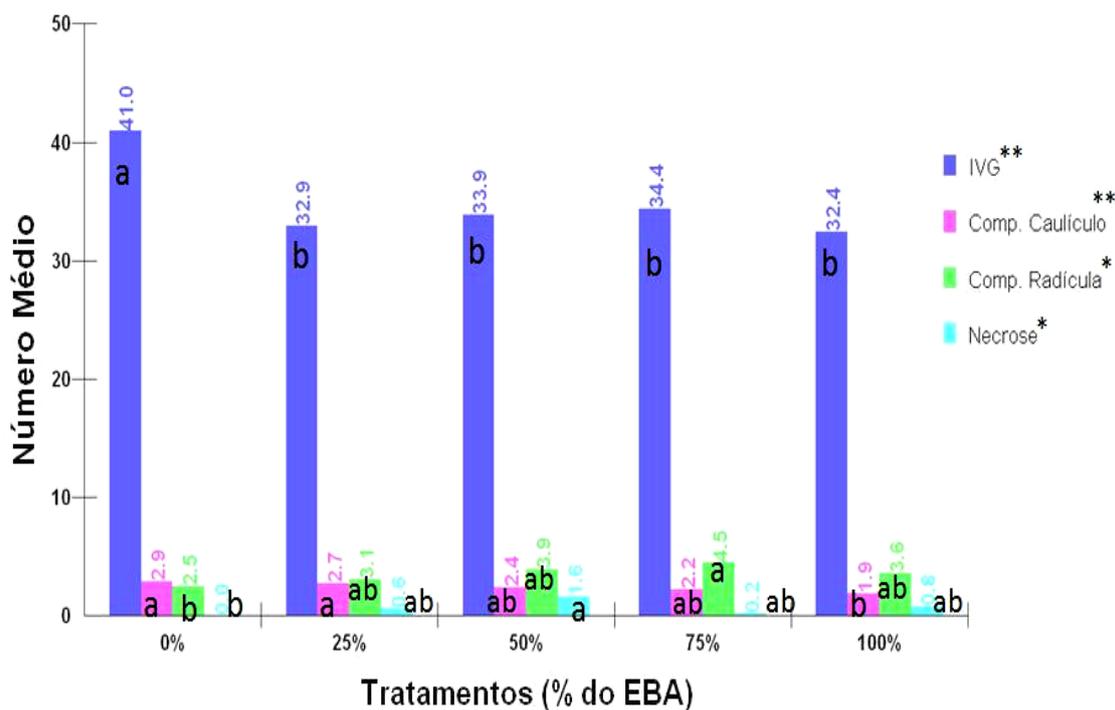
Silveira, Maia e Coelho (2012) observaram que extrato aquoso de (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) em concentrações mais elevadas foi provavelmente responsável pela formação de plântulas anormais de alface com a formação de raízes necrosadas. Tal extrato afetou negativamente o crescimento, reduzindo o comprimento da raiz em mais de 50%.

De acordo com Almeida (1991) os sintomas mais citados dos efeitos alelopáticos, provocados pelas coberturas mortas nas culturas são: inibição de germinação, falta de vigor vegetativo ou morte das plântulas, amarelecimento ou clorose das folhas, redução do perfilhamento e o atrofiamento ou deformação das raízes.

A presença de anormalidades em raízes parece ser um bom parâmetro para registro de fitotoxicidade, sendo a necrose dos tecidos radiculares um sintoma comumente observado (RABÊLO et al., 2008; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

#### 4.5. Efeito do extrato aquoso bruto (EBA) em diversas concentrações da serrapilheira do Cerrado em período chuvoso sobre a germinação de sementes, desenvolvimento de plântulas e ocorrência de anomalias em *Lactuca sativa* L.

Foi verificado que o extrato aquoso não apresentou efeito significativo na germinação de sementes de alface. Aires (2007) evidenciou que extratos de *Caryocar brasiliense*, *Qualea parviflora* e *Eugenia dysenterica*, espécies de Cerrado, nas concentrações 1, 3 e 5% não afetaram a germinabilidade da *Digitaria horizontalis* de forma significativa. Do mesmo modo Pinã-Rodrigues e Lopes (2001), mostraram que os extratos de *Mimosa caesaepinaefolia* não inibiram a germinação de ipê-amarelo (*Tabebuia alba*), porém os mesmos extratos reduziram a velocidade de germinação de suas sementes. Isso mostra que nem sempre os extratos aquosos inibem a germinação das sementes, no entanto todos os outros parâmetros devem ser rigorosamente avaliados para que se tenha certeza de que os extratos possuam algum potencial alelopático.



**Figura 5.** Índice de velocidade de germinação, comprimento do caulículo e da radícula e necrose das radículas de plântulas submetidas às diversas concentrações do extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado, coletada no período chuvoso.

(\*\*)-significância ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); (\*)-significância ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

Os extratos da serrapilheira do Cerrado em todas as concentrações inibiram o índice de velocidade de germinação das sementes de alface sendo esse resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade (Figura 5). Povh et al. (2007) verificaram que o extrato de *Machaerium acutifolium* Vog. em diversas concentrações retardou a velocidade de germinação de sementes de alface de forma significativa sendo essa redução mais acentuada com o aumento da concentração do extrato.

O crescimento do caulículo das plântulas de alface foi reduzido na presença do extrato da serrapilheira a 50, 75 e 100% de concentração ao nível de 1% de probabilidade. Entretanto o comprimento das radículas das plântulas de alface foi afetado de forma positiva em todas as concentrações do extrato ao nível de 5% de probabilidade (Figura 5). Tur et al. (2012) verificaram que o extrato das folhas secas de *Lonchocarpus campestris* promoveu a redução no tamanho do hipocótilo de plântulas de alface a 8% de concentração, enquanto que extrato de folhas frescas da mesma espécie provocou um aumento no comprimento do hipocótilo de plântulas de alface.

Jacobi e Ferreira (1991) observaram que extratos aquosos de folhas de maricá (*Mimosa bimucronata* (DC) OK.) inibiram o crescimento da radícula de algumas espécies hortícolas como *Lactuca sativa* L., *Oryza sativa* L., *Daucus carota* L., *Cichorium endivia* L., *Brassica pekinensis* (Lour.) Skeels, *Cucumis sativus* L., *Brassica oleracea* L. e *Lycopersicum esculentum* Miller e, que este efeito variava com a época do ano em que as folhas foram coletadas e com a espécie receptora.

Para Hoffmann et al. (2007) o sistema radicular das plantas é o que mais sofre ação de aleloquímicos, porque o seu alongamento depende das divisões celulares, se estas forem inibidas o desenvolvimento normal será comprometido. Ferreira e Aquila (2000) asseveram que as alterações na germinação e no crescimento da raiz primária podem resultar do efeito dos aleloquímicos sobre a permeabilidade de membranas; a transcrição e tradução do DNA; o funcionamento dos mensageiros secundários; a respiração, por sequestro de oxigênio (fenóis); a conformação de enzimas e de receptores, ou ainda pela combinação destes fatores.

O extrato da serrapilheira do Cerrado no período chuvoso promoveu a necrose das radículas das plântulas de alface em todas as concentrações testadas, sendo esse resultado significativo ao nível de 5% de probabilidade (Figura 5). As anomalias observadas nas plântulas submetidas ao extrato a 25 e 75% de concentração foram folhas escurecidas ou amareladas e hipocótilo retorcido, no entanto, o resultado desse parâmetro não foi significativo. Periotto, Perez e Lima (2004) estudaram o efeito

alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth sobre *L. sativa* e notaram que as concentrações onde não houve inibição da germinação, ocorreu um visível escurecimento (necrose) de pequenas porções das sementes de alface. Os mesmos autores verificaram que mesmo com a protrusão radicular, a coifa mostrava-se totalmente oxidada, escurecida e, com o passar do tempo, as mesmas não se desenvolveram, ocorrendo o amolecimento e a degradação de seus tecidos.

#### **4.6. pH e Osmolaridade**

Os extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado coletados no período de estiagem em todas as concentrações, apresentaram valores de pH ácidos variando de 4,3 a 5,8 (Tabela 3). E os valores para osmolaridade (MPa) entre -0,009 e -0,059 (Tabela 3).

Os extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado coletados no período chuvoso em todas as concentrações, apresentaram valores de pH ácidos variando de 4,4 a 5,3 (Tabela 4). E os valores para osmolaridade (MPa) entre -0,001 e -0,022 (Tabela 4).

Segundo Carmo, Borges e Takaki (2007) a caracterização físico-química dos extratos vegetais utilizados nos bioensaios é importante para que se possa concluir algo a respeito dos efeitos biológicos analisados nos referidos ensaios.

Macias, Gallindo e Molinillo (2000) recomendam que o pH dos extratos aquosos seja ajustado para 6,0, pois esta é a faixa de pH ideal para a germinação de sementes e observação dos efeitos alelopáticos. Desse modo o pH de cada concentração dos extratos foi ajustado para a faixa de 6,0.

De acordo com Gatti, Perez e Lima (2004) o potencial osmótico de extratos utilizados em testes de germinação não deve ultrapassar valores -0,2MPa. Assim os resultados aqui encontrados estão de acordo com os padrões aceitáveis para a germinação, crescimento e desenvolvimento de plântulas das diversas espécies vegetais.

**Tabela 3.** Valores do pH e osmolaridade para as concentrações dos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado no período de estiagem.

Serrapilheira	Concentrações (%)	pH inicial	pH ajustado	Osmolaridade (MPa)
Mata úmida	25	5,7	6,2	-0,009
	50	5,8	6,2	-0,011
	75	5,4	6,0	-0,022
	100	5,7	6,2	-0,027
Cerrado	25	4,4	6,2	-0,013
	50	4,3	6,1	-0,018
	75	4,4	6,1	-0,031
	100	4,4	6,1	-0,059

**Tabela 4.** Valores do pH para as concentrações dos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado no período chuvoso.

Serrapilheira	Concentrações (%)	pH inicial	pH ajustado	Osmolaridade (MPa)
Mata úmida	25	5,0	6,2	-0,006
	50	5,3	6,2	-0,001
	75	5,2	6,1	-0,015
	100	5,0	6,2	-0,022
Cerrado	25	4,4	6,2	-0,002
	50	4,7	6,2	-0,006
	75	4,9	6,1	-0,009
	100	4,5	6,1	-0,011

Desse modo, de acordo com os dados obtidos na literatura pode-se estabelecer como descartada a possibilidade de interferência do pH e do potencial osmótico nos resultados.

#### 4.7. Composição fitoquímica

Os metabólitos secundários encontrados no extrato bruto aquoso da serrapilheira da Mata úmida foram flavonóides e alcalóides e aqueles encontrados no EBA do Cerrado foram taninos, flavonóides e alcalóides (Tabela 5). Os efeitos alelopáticos são mediados por substâncias que pertencem a diferentes classes de compostos secundários (SOUZA FILHO; ALVES, 2002)

**Tabela 2.** Classes de metabólitos secundários encontrados nos extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado nos períodos de estiagem e chuvoso.

Classe de metabólitos secundários	Mata úmida		Cerrado	
	Período de estiagem	Período chuvoso	Período de estiagem	Período chuvoso
Taninos	-	-	+	-
Fenóis	-	-	-	-
Flavonóides	+	+	+	+
Alcalóides	-	+	-	+

(+): presente; (-) ausente.

Os extratos aquosos da serrapilheira dos dois ambientes no período de estiagem afetaram negativamente a germinação das sementes de alface, assim como o índice de velocidade de germinação que mostrou-se mais significativo no mesmo período, provavelmente isso ocorreu devido à presença de flavonóides. Os teores de flavonóides podem ser influenciados por fatores como estação do ano, clima, composição do solo etc. (HUBER; RODRIGUES-AMAYA, 2008).

Foi verificado que o extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado na estação seca, reduziu o comprimento do caulículo de plântulas de alface de forma mais significativa que no período chuvoso, esse fato pode ter sido causado pela presença tanto de flavonóides como de taninos. A quantidade de taninos nos vegetais pode variar com as condições de solo, clima, espécie e idade da planta apresentando uma composição química variada e quase sempre desconhecida (NOZELLA, 2006).

A ocorrência de plântulas anormais teve resultado significativo apenas para aquelas submetidas ao extrato da serrapilheira da Mata úmida no período chuvoso. A ocorrência de radículas de plântulas de alface necrosadas foi significativa, somente para aquelas submetidas ao extrato da serrapilheira de Cerrado no período chuvoso, esses resultados podem ser atribuídos à presença de alcalóides. Diferentes compostos químicos (flavonóides, alcalóides, taninos, etc.) podem ser os responsáveis pelos efeitos alelopáticos observados nas plantas (EINHELLIG, 1986; MEDEIROS, 1990).

Os recentes avanços na química de produtos naturais, por meio de métodos modernos de extração, isolamento, purificação e identificação, têm contribuído significativamente para um maior conhecimento dos compostos secundários (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Algumas espécies encontradas na serrapilheira da Mata úmida como, *E. barbatum* e *P. colorata* apresentaram em sua composição a presença de flavonóides de acordo com estudos de Dutra-Taveira (2011) e Moraes-Mendonça (2012), respectivamente. Foi também verificado nos extratos de *P. colorata* a presença de alcalóides.

*E. cuneifolium*, *B. serice* e *C. langsdorffii* encontradas na serrapilheira do Cerrado, evidenciaram a presença de fenóis em seus extratos quando estudadas por Dutra-Taveira (2011), Marinho (2008) e Sousa (2011) respectivamente. *E. cuneifolium* além do composto acima foi evidenciado também em seu extrato a presença de flavonóides, e alcalóides.

## 5. CONCLUSÃO

O efeito alelopático da serrapilheira dos ambientes de Mata úmida e Cerrado sobre a germinação das sementes de *Lactuca sativa* é variável, conforme os períodos de estiagem e de chuva.

O potencial alelopático da serrapilheira tanto da Mata úmida como do Cerrado no período de estiagem promoveu efeitos de redução sobre a média de sementes germinadas e índice de velocidade de germinação. No período chuvoso, os extratos aquosos da serrapilheira da Mata úmida e do Cerrado promoveram a formação de anomalias em plântulas e necrose das radículas respectivamente da espécie receptora. Esse comportamento pode apresentar uma ação ecológica de sobrevivência das espécies reduzindo a germinação na estação seca e promovendo-a na estação chuvosa, embora as anomalias das plântulas sejam significativas.

Os compostos secundários identificados no extrato aquoso da serrapilheira da Mata úmida foram flavonóides nos períodos de chuva e estiagem e apenas alcalóides no período chuvoso. Por outro lado, no extrato aquoso da serrapilheira do Cerrado foram encontrados taninos e flavonóides para o período de estiagem e flavonóides e alcalóides para o período chuvoso. Os diferentes metabólitos secundários identificados na serrapilheira dos dois ambientes e nos períodos estudados, provavelmente induziram os efeitos alelopáticos observados na espécie receptora.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras**. 2007. 61 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2007.
- ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.
- ALMEIDA, G. D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M. C.; COELHO, I.; SOBREIR, F. M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista da Faculdade Agronomia**, v. 1, n. 61, p. 4237-4247, 2008.
- ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, n. 24, p. 55-63, 2003.
- ARAÚJO, S. M. S. de; **O pólo gesseiro do Araripe: unidades geo-ambientais e impactos da mineração**. 2004. 294f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade estadual de Campinas. Campinas-SP, 2004.
- BARBOSA, J. H.C.; FARIA, S. M. de. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na reserva biológica de Poço das Antas. **Revista Rodriguésia**, v. 57, n.3, p. 461-476, 2006.
- BORGATI, T. F. **Síntese e atividade alelopática de carboxamidas indólicas**. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 188p., 2009.
- BRITO, I. C.A. **Alelopatia de Espécies Arbóreas da Caatinga na Germinação e Vigor de Sementes de Feijão Macaçar e de Milho**. 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.
- BRUNES, A. P.; TAVARES, L. C.; KASPARY, T. E.; RUCHEL, Q.; AGOSTINETTO, D. **Potencial alelopático de folhas de arroz da cultivar querência na germinação e no vigor de plântulas de milhã, angiquinho e arroz-vermelho**. Trabalho apresentado ao XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas na ERA da Biotecnologia, Campo Grande-MS, 2012.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica - Uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006, 332 p. ISBN 85-99824-01-5.

- CANSIAN, F. C.; LIMA, C. P. de.; 1; ZORTÉA, F. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Potencial alelopático de *Tynanthus micranthus* Corr. Mello ex. Schum. (Bignoniaceae) sobre diásporos de *Lactuca sativa* L. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p.137-140, 2013.
- CAPOBIANGO, R. A.; VESTENA, S.; BITTENCOURT, A. H. C. Alelopátia de *Joanesia princeps* Vell. e *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 4, p.924-930, 2009.
- CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. Alelopátia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.
- CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. 1993. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A. Plantas medicinais e alelopátia. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n.15, p.28-34, 2000.
- CZARNOBAI, S.; VOLTOLINI, J. C. **Influência da serrapilheira em plântulas nas áreas de Mata nativa, pinus e eucaliptos da flona de passa quatro-MG**. Trabalho apresentado ao IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG, 2009.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de. Variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua Montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, v.21, n.1, p.11-26, 1997.
- DUTRA-TAVEIRA, L. K. P.. **Atividade alelopática de espécies de *Erythroxylum* ocorrentes na Chapada do Araripe-CE**. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Bioprospeção Molecular), Universidade Regional do Cariri, Crato-CE, 2011.
- EINHELLIG, F. A. *Mechanisms and modes of action of allelochemicals*. In: PUTNAM, A.R.; TANG, Chung-Shih. **The science of allelopathy**. Toronto: John Wiley & Sons, p. 171-187, 1986.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v. 57, p. 1-32, 1991.
- FARIA, D. A.; GROMBONE-GUARATINI, M. T. **Avaliação do potencial alelopático de *Merostachys pluriflora* Munro Ex e.G. Camus um bambu nativo da Mata atlântica**. Trabalho apresentado ao X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG, 2011.
- FARIA, T. M. **Efeitos alelopáticos do sorgo, milho e soja, como cobertura vegetal, sobre a emergência, micorrização, atividade microbiana e crescimento inicial de milho, soja e feijão**. 2009.103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de

Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira-SP, 2009.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERI, C. Efeitos Alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr. All.) AC Smith na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 138-140, 2007.

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

FERREIRA, R. L. C.; LIRA JUNIOR, M. de. A.; ROCHA, M. S. da.; SANTOS, M. V. F. dos.; LIRA, M. de A.; BARRETO, L. P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.7-12, 2007.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. de. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrofila mista localizada no Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciência Florestal**, v.13, n.1, p. 11-18, 2003.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface Floresta Cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro**. 2005. 400f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

GATTI, A. B. **Atividade alelopática de espécies do Cerrado**. 2008. 136f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; FERREIRA, A. G. Avaliação da atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 174-176. 2007.

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

GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 43-50, 2004.

GORLA, C. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência de extratos aquosos de folhas de *Miconia albicans* Triana, *Lantana camara* L., *Leucaena leucocephala* (Lam) e *Drimys winteri* Forst, na germinação e crescimento inicial de sementes de tomate e pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 260-265, 1997.

GRISI, P. U. **Potencial alelopático de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae)**. 2010. 128f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, 2010.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S. das; BASTOS, C. F.; WALLAU, G. da L. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 6, n. 1, p. 11-21, 2007.

HUBER, L. S.; Delia B. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.19, n.1, p. 97-108, 2008.

HÜLLER, A.; SCHOCK, A. A. Avaliação do potencial alelopático de três espécies de *Eugenia* L. (*Myrtaceae*) sobre o processo germinativo de *Lactuca sativa* L. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.5, n.1, p. 25-37, 2011.

JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 935-943, 1991.

IMATOMI, M. **Estudo alelopático de espécies da família Myrtaceae do cerrado**. 2010. 88f. Tese (Doutorado em Ciências, áreas de concentração em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

JAKIEMIU, E. A. R. **Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)**. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.

KAZMIERCZAK, M. L.; TONIOLO, E. R.; DANTAS, M. J.; BAÍA, P. F. S.; CASTRO, G. A. O. R. de. **Identificação de áreas de preservação florestal, através de técnicas de geoprocessamento: abordagem preliminar**. Trabalho apresentado ao VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador-BA, 1996.

KINDEL, A. **A fragmentação real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus**. 2001. 188f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**, v. 1, n.1, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LEITE, C. B.; CARVALHO, A. E. Z. de; FEITOZA, F.; GUIMARÃES, I. F.; GUIMARÃES, L. C.; MARQUES, M. R. **Potencial alelopático de extrato aquoso de folhas de *Tapirira guianensis* Aubl. (*Anacardiaceae*) na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L.** Trabalho apresentado ao IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG, 2009.

LIMA, C. P. de; CUNICO, M. M.; TREVISAN, R. R.; PHILIPPSSEN, A. F.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Efeito alelopático e toxicidade frente à *Artemia salina* Leach

dos extratos do fruto de *Euterpe edulis* Martius. Revista **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n.2, p.331-336, 2011.

MACIAS, F. A.; GALLINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G. Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies. **In**: 2000 years of natural products research - past, present and future, Ed Teus J.C. Luijendijk, 2000. 137-161 p.

MANO, A. R. O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho.** 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.  
MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Revista Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

MARINHO, R. O. de S. **Estudo fitoquímico da espécie *Byrsonima sericea* e sua aplicação em dermocosmética.** 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Departamento de Medicamentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MARTINS J. R.; PEREIRA, G. C.; WOLFF, G.; LOUZADA, J. N. C. **Ação de extratos aquosos de serapilheira de angico vermelho sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de alface.** Trabalho apresentado ao III Congresso Latino Americano de Ecologia, São Lourenço-MG, 2009.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental.** Fortaleza. 3 ed : Edições UFC, 2009. 150p.

MEDEIROS, A.R.M. de. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas.** 1989. 92 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1989.

MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 27-32, 1990.

MORAIS- MENDONÇA, A. C. **Rubiaceae na Floresta Nacional Araripe-Apodi, Crato-Ce.** 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular), Universidade Regional do Cariri, Crato-CE, 2012.

NASCIMENTO, J. L. X.; NASCIMENTO L. S.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. **Ararajuba**, v.8, p. 115-125, 2000.

NEVES, R. **Potencial alelopático da cultura de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja.** 2005. 77f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

NOZELA, E. F. **Valor nutricional de espécies arbóreas-arbustivas da caatinga e utilização de tratamentos físico-químicos para redução do teor de taninos.** 2006. 100f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

OLIVEIRA, N. S.; MERCADANTE, M. O.; LOPES, P. S. N.; GOMES, I. A. C.; GUSMÃO, E.; RIBEIRO, L. M. Efeitos alelopáticos dos extratos aquoso e etanólico de jatobá do Cerrado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 4, n. 2, 2002.

OLIVEIRA, S. C. C. **Estudo alelopático de espécies do gênero *Solanum* do Distrito Federal**. 2009. 163f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, M. N. S. de; MERCADANTE-SIMÕES, M. O.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S. N.; GUSMÃO, E.; DIAS, B. A. S. Efeitos alelopáticos de seis espécies arbóreas da família Fabaceae. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.7, n.2, 2005.

PERES, L. E. P. **Metabolismo secundário**. 2004. Disponível em: <  
<http://www.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762>> Acesso: 27 de mar. 2013.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S. C. J. G. de A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 425-430, 2004.

PINA, G. de O. **Efeito alelopático do extrato aquoso foliar de *Eugenia dysenterica* DC.(Myrtaceae- cagaita) na germinação, crescimento e morfo-anatomia de *Sesamum indicum* L.(pedaliaceae- gergelim) e *Raphanus sativus* L.(brassicaceae-rabanete)**. 2008. 119f. Dissertação (Mestrado em botânica), Universidade de Brasília, DF, 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Revista Floresta e Ambiente**, V. 8, n.1, p.130-136, 2001.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA, J. R. **Biologia e Manejo de Plantas daninhas**, 2011.124 p.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A. Atividade alelopática da leucena sob espécies de plantas daninhas. **Science Agriculture**, v. 58, n.1, p. 61-65, 2001.

POEIRAS, L. M.; CARMO, F. M. S. **A serapilheira de *Eucalyptus grandis* W. Hill. influencia o desenvolvimento das plantas e a nodulação radicular em algumas leguminosas**. Trabalho apresentado ao VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG, 2007.

POVH, J. A.; PINTO, D. D.; CORRÊA, M. O. G.; ONO, E. O. Atividade alelopática de *Machaerium acutifolium* Vog. na germinação de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 447-449, 2007.

- RABÊLO, G. O.; FERREIRA, A. L. da S.; YAMAGUSHI, M. Q.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Bidens pilosa* L. na germinação e no desenvolvimento de espécies cultivadas. **Revista Científica da Faminas**, v. 4, n. 1, p. 33-43, 2008.
- REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; SANTOS, I. P. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, v. 2, n. 54, p. 1-55, 2003.
- REZENDE, F. V.; SOUZA, L. S. de; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Revista Ciências Agrotécnicas**, v. 29, n. 1, p. 100-105, Lavras, 2005.
- RIBEIRO, L. de O.; BARBOSA, S.; BALIEIRO, F. P.; BEIJO, L. A.; SANTOS, B. R.; GOUVEA, C. M. C. P.; PAIVA, L. V. Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 220-225, 2012.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. New York : Academic, 1984. 422 p.
- RODRIGUÉZ, M. T. T. Empleo de los ensayos con plantas en el control de contaminantes tóxicos ambientales. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiología**, v. 41, n. 3, p. 2-3. 2003.
- SALGADO, P. R. **Fenóis totais no cafeeiro em razão das fases de frutificação e do clima**. 2004. 60f. Dissertação ( Mestrado em agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- SANTOS, C. C. dos; SOUZA, I. F. de; ALVES, L. W. R. Efeitos de restos culturais de milho sobre o crescimento de plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 991-1001, 2003.
- SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F. de.; MENDES, A. N. G.; MORAIS, A. R. de.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da.; MARINHO, J. T. S. Influência alelopática das coberturas mortas de casca de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do Caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. **Revista Ciências Agrotecnica**, v. 25, n. 5, p. 1105-1118, 2001.
- SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F. de; MENDES, A. N. G.; MORAIS, A. R. de; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; MARINHO, J. T. S. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 783-790, 2002.
- SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta**, v. 38, n. 2, 2008.
- SILVA, F. M. da. **Verificação da eficiência dos bioensaios com extratos aquosos no diagnóstico de potencialidades alelopáticas: contribuição ao estudo de espécies**

**nativas brasileiras.** 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 2004.

SILVA, H. L. da. **Potencial alelopático da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.).** 2009. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

SILVA, G. B. da.; MARTIM, L.; SILVA, C. L.; YOUNG, M. C. M.; LADEIRA, A. M. Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Hoehnea**, v. 33, n. 3, p. 331-338, 2006a.

SILVA, W. A. da.; NOBRE, A. P.; LEITES, A. P.; SILVA, M. do S. C. da.; LUCAS, R. C.; RODRIGUES, O. G. EFEITO alelopático de extrato aquoso de *Amburana cearensis* A. Smith na germinação e crescimento de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos, v.2, n.1, Set – Dez, 2006b.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. de. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 20-27, 2012.

SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. “Grand rapids”) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n.1, p.180-197, 2000.

SOUSA, J. P. B. de. ***Copaifera langsdorffii*: estudo fitoquímico, validação de métodos cromatográficos e análise sazonal.** 2011. 151f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** 2006. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia em ecossistemas de pastagens cultivadas.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 72p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S.M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazonia Oriental, 2002. 260p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. de A.; RODRIGUES, T. de J. D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p.1 65-170, 1997.

SOUZA, C. L. M. de; MORAIS, V. de; SILVA, E. R. da; LOPES, H. M.; TOZANI, R.; PARRAGA, M.S.; CARVALHO, G. J. A. de. Efeito inibidor dos extratos hidroalcolólicos de coberturas mortas sobre a germinação de sementes de cenoura e alface. **Revista Planta Daninha**, v. 17, n. 2, 1999.

SOUZA, S. A. M.; CATTELAN, L. V.; VARGAS, D. P.; PIANA, C. F. B.; BOBROWSKI, V. L.; ROCHA, B. H. G. Atividade alelopática e citotóxica do extrato

aquoso de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.). **Publicação da UEPG Biologia Health Science**, v. 11, n. 3/4, p. 7-14, 2005.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. S. A.; CARVALHO, G. J. de; Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de Picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Revista Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 691-695, 2004.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 379-384, 2006.

TUR. C. M.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Efeito alelopático de extratos aquosos foliares de *Lonchocarpus campestris* na germinação e no crescimento inicial de picão-preto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 277-281, 2012.

VIZZOTO, V. J.; MÜLLER, J. J. V. Cobertura do solo e seu efeito sobre a emergência de sementes de cenoura. Abs. 255. **Horticultura Brasileira**, v.7, n.1, p.39-84, 1989.

**ANEXO**

## ANEXO A- Documento de Autorização para atividades com finalidade científica.



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número: 32136-1</b>	<b>Data da Emissão: 07/12/2011 09:16</b>
<b>Dados do titular</b>	
Nome: mayara kelly mauricio crispim	CPF: 019.077.583-13
Título do Projeto: EFEITO ALELOPÁTICO DE SERRAPILHEIRA DA MATA ÚMIDA E DO CERRADO SOBRE A GERMINAÇÃO DE <i>Lactuca sativa</i> L.	
Nome da Instituição : Universidade Regional do Cariri	CNPJ: 06.740.864/0001-26

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de material botânico	11/2011	08/2013

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte <a href="http://www.icmbio.gov.br/sisbio">www.icmbio.gov.br/sisbio</a> - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Outras ressalvas

1	1. Pedir autorização aos proprietários rurais para coleta das amostras; 2. Encaminhar a UC os resultados da pesquisa.
---	--

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	CRATO	CE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico	Monocotyledoneae, Dicotyledoneae, Plantae
2	Observação e gravação de imagem ou som	Dicotyledoneae, Monocotyledoneae

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 66675514**



Página 1/3