

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS RURAIS
CAMPUS CURITIBANOS**

DANIELLE CRISTINA ORTIZ

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS TÓXICOS DO *Pinus* NA ÁGUA E NO SOLO E POSSÍVEL
EFEITO ALELOPÁTICO SOBRE MILHO, FEIJÃO E BRACATINGA**

CURITIBANOS

2013

DANIELLE CRISTINA ORTIZ

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS TÓXICOS DO *Pinus* NA ÁGUA E NO SOLO E POSSÍVEL
EFEITO ALELOPÁTICO SOBRE MILHO, FEIJÃO E BRACATINGA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Rurais, do Curso de Ciências Rurais, na disciplina de Projetos em Ciências Rurais ministrado pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professores orientadores: Júlia C. Niemeyer, Alexandre Tavela, Monica Aparecida Aguiar dos Santos.

CURITIBANOS

2013

RESUMO

A ecotoxicologia estuda os efeitos deletérios causados ao meio ambiente pelas substâncias naturais como a degradação de partes vegetais ou sintéticas por ação do homem. O *Pinus elliotti* é uma espécie exótica muito comum na região Sul do Brasil, que tem característica de planta invasora e de seu metabolismo secundário são liberados compostos fenólicos que são aleloquímicos pela sua alta solubilidade em água e capacidade de inibir o crescimento de outros vegetais próximos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a presença de efeitos tóxicos em solos cultivados com *P. elliotti* e em água sob influência destes cultivos, sobre a fauna do solo, e presença de efeito alelopático sobre as culturas do milho, feijão e bracatinga. O experimento será realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Santa Catarina- Campus Curitibanos. Realizada a coleta do solo na área com plantio de *Pinus* e a utilização do solo e do lixiviado do solo para os testes de germinação, avaliando o crescimento e biomassa das espécies utilizadas como indicadores e ensaio de efeito de fuga com minhocas da espécie *Eisenia andrei*. Com os resultados obtidos esperam-se que os reflorestamentos com *Pinus* sejam repensados e vistos como contaminantes do ambiente e sirva de complementação aos estudos já existentes e de base para o estudo de possíveis efeitos tóxicos de outras espécies exóticas.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, ecotoxicologia, compostos fenólicos, alelopatia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. JUSTIFICATIVA.....	6
3. HIPÓTESES.....	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1. Objetivo Geral.....	8
4.2. Objetivos Específicos.....	8
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
5.1. Características do <i>Pinus</i>	9
5.2. Ecotoxicologia.....	9
5.3. Alelopatia.....	10
5.4. Alelopatia do <i>Pinus</i>	11
5.5. Características das espécies utilizadas como indicadores de alelopatia e de toxicidade: ...	12
5.5.1. Minhocas.....	12
5.5.2. Milho.....	12
5.5.3. Feijão.....	13
5.5.4. Bracatinga.....	13
5.6. Efeitos do <i>pinus</i> no solo, água e fauna edáfica.....	14
6. METODOLOGIA.....	16
6.1. Ensaio de Germinação, Crescimento e Biomassa.....	16
6.2. Ensaio de Fuga.....	16
6.3. Lixiviado do solo.....	17
7. RESULTADOS ESPERADOS.....	19
8. CRONOGRAMA.....	20
9. ORÇAMENTO.....	20
10. REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

Ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos decorrentes de agentes tóxicos causado por contaminantes naturais, como degradação de partes vegetais, rochas, atividades vulcânicas, incêndios florestais ou sintéticos ocasionados por atividades antropogênicas que são liberados para o ambiente e podem ocasionar efeitos deletérios ao mesmo. Diante disso, utilizam-se indicadores biológicos para a realização de testes de toxicidade, englobando analisar os efeitos dos contaminantes no ecossistema como um todo (PREDOZO; KUNO, 2008)

O *Pinus spp.* foi introduzido no Brasil em 1947, e se desenvolveu bem na região sul do país (SNIF, 2013). Uma das espécies mais utilizadas é o *Pinus elliottii* que se tornou importante para a economia da região sul, tendo potencial na utilização comercial como na produção de celulose, extração de resina e madeira serrana (MACHADO; SCALFARO, 1988). Do ponto de vista ambiental, uma vez que os recursos naturais da Mata Atlântica há muito vinham sendo dissipados, o cultivo dessa espécie tornou-se uma forma alternativa para abastecer a demanda de madeira e conseqüentemente conservar as matas nativas (SNIF, 2013). Entretanto, por ser uma espécie exótica e com característica invasora pode influenciar no ecossistema natural, interferindo nos organismos terrestres e aquáticos.

Alguns vegetais liberam produtos do seu metabolismo secundário que podem inibir ou estimular a germinação ou o desenvolvimento de outras plantas próximas, caracterizando um processo alelopático (SOARES, 2000). Assim, serão abordados os possíveis efeitos deste cultivo no solo e na água, avaliando a toxicidade das substâncias presentes no metabolismo do *P. elliottii*.

2. JUSTIFICATIVA

O reflorestamento com *Pinus* tomou grandes proporções, e ganhou um grande espaço no cenário florestal do estado de Santa Catarina, tendo uma área de 539.377 ha (ABRAF, 2013), sendo que a espécie mais plantada na região é o *P.elliotti* (FOELKEL et al., 2008).

Além disso, a população de *Pinus* vem demonstrando um efeito de inibição sobre as espécies que iniciam os estágios de sucessão após ação antrópica, dificultando o processo de restauração natural do local (RICKLEFS, 1996). Áreas ocupadas por *Pinus* durante algum tempo possuem uma camada de acículas que se acumulam na serrapilheira que são de difícil degradação, além de possuírem ceras cuticulares e compostos polifenólicos que dificultam ainda mais a decomposição e interferem nas características do solo (STURGES; ATKINSON, 1993).

Os polifenóis além de dificultarem a degradação como referido acima se encontram entre os compostos mais encontrados, deste modo, mais produzidos pelas plantas e são aleloquímicos pela alta solubilidade em água e por inibirem o crescimento de outras espécies de plantas (INDERJIT 1996; GRAÇA et al., 2002).

O milho (*Zea mays*), o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e a bracatinga (*Mimosa scabrella*) são espécies chave para a avaliação da toxicidade pois, podem ser utilizadas em possíveis consórcios em sistemas agroflorestais, e impactos sobre as espécies nativas, avaliando assim se realmente é benéfico ter estas espécies próximas e se o ecossistema natural não está sendo agredido. E poder conferir se a água próxima ao plantio está passível de uso e relatar o comportamento dos organismos presentes no solo.

Por este motivo é importante estudar quais são os impactos desta espécie no ambiente, nos recursos hídricos, nos organismos do solo, nos cultivos agrícolas e espécies nativas. É visível que cada vez mais os estudos estão direcionados a estes possíveis impactos relacionados ao *Pinus* no ecossistema, desta maneira este trabalho poderá contribuir significativamente para próximos estudos que venham a ser implementados.

3. HIPÓTESES

O *Pinus* libera compostos fenólicos, que tem características aleloquímica por ter alta solubilidade em água e inibir o crescimento de outras plantas, sendo que, esses elementos causarão efeitos alelopáticos sobre os cultivos estudados, tanto na taxa de germinação como crescimento e biomassa.

Ocorrerá fuga das minhocas do solo dos cultivos de *P. elliottii*, indicando toxicidade para estes organismos e consequente perda da função que eles exercem no ecossistema.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar a presença de efeitos tóxicos em solos cultivados com *Pinus elliotti* e em água sob influência destes cultivos, sobre a fauna do solo e presença de efeito alelopático sobre as culturas do milho, feijão e bracatinga.

4.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a toxicidade do solo onde se cultiva *P. elliottii* para os organismos da fauna edáfica utilizando minhocas como bioindicadores;
- Estudar a alelopatia das substâncias produzidas pelo *P.elliottii* utilizando o solo no cultivo de milho, através de ensaios de germinação analisando o crescimento e a biomassa;
- Estudar a alelopatia das substâncias produzidas pelo *P.elliottii* utilizando o solo no cultivo de feijão, através de ensaios de germinação analisando o crescimento e a biomassa;
- Estudar a alelopatia das substâncias produzidas pelo *P.elliottii* utilizando o solo no cultivo de bracatinga, através de ensaios de germinação analisando o crescimento e a biomassa;
- Avaliar possíveis efeitos alelopáticos do lixiviado do solo com *P. elliottii* sobre o potencial germinativo do milho (*Zea mays*), feijão (*Phaselous vulgaris* L.) e bracatinga (*Mimosa scabrella*).

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. Características do *Pinus*

O gênero *Pinus* pertence à ordem Coniferae, do grupo das Gymnospermae. Seu centro de origem vai da região polar até os trópicos, incluindo também os continentes da Europa, Ásia, América do Norte e Central, sendo que na América do Sul não há ocorrência natural tratando-se assim de uma espécie exótica no Brasil. O gênero *Pinus* engloba cerca de 100 espécies com aptidões para serem exploradas (AGUIAR et al., 2011).

No Brasil, o gênero *Pinus* vem sendo plantado há mais de um século, introduzido primeiramente para fins ornamentais. E a partir da década de 1960 é que se iniciou o plantio em escala comercial, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do País (AGUIAR et al., 2011). As espécies mais utilizadas na região sul do Brasil são o *P. elliottii* Engelm. e *P. taeda* L., que se adaptaram bem as condições edáficas e climáticas da região. (ZILLER, 2000; HENDERSOM, 1995).

O *Pinus* se tornou uma das principais fontes de madeira nas últimas três décadas, ganhando um espaço importante no setor produtivo e garantindo lugar como principal elemento para movimentar a economia brasileira (VASQUES et al., 2007).

Em 2012 no Brasil a área total de plantio de *Pinus* e *Eucalypto* atingiu 6,66 milhões de hectares, proporcionando um aumento de 2,2% em relação ao ano de 2011, o plantio de *Pinus sp*, representa 23,4% da área plantada. Desse total Santa Catarina representa 106.588 ha de *Pinus sp* no Brasil (ABRAF, 2013).

A madeira do pinus tem uma vasta utilidade, como pelas indústrias de madeira, de serrados e laminados, de chapas, de resina e de celulose e papel (AGUIAR et al., 2011).

A partir dos dados analisados pode-se visualizar a dimensão das plantações e a importância a qual é dada para esta cultura, tendo em vista essas relações é necessário estudar quais efeitos negativos podem ser gerados ao meio ambiente a partir do cultivo.

5.2. Ecotoxicologia

O termo ecotoxicologia foi descrito pela primeira vez em 1969, em Estocolmo na reunião do *Committee of the International Council of Scientific Unions* (ICSU) pelo toxicologista René Truhaut. Definida como a ciência que estuda o efeito dos compostos químicos tanto de origem natural como sintética no meio ambiente, trazendo a dimensão dos organismos presentes como

um todo, tanto os aquáticos e terrestres. Tornando-se uma maneira de avaliar a qualidade do ecossistema (TRUHAUT, 1977; RAMADE, 1977 apud MAGALHÃES; FILHO FERRÃO, 2008).

Assim a ecotoxicologia busca analisar o comportamento dos organismos vivos diante a estresses químicos, utilizando assim testes de toxicidade. Os testes com os organismos vivos buscam complementar os testes químicos que não detectam pequenas quantidades de poluentes e que por si só não conseguem avaliar a toxicidade de uma substância no ecossistema, enquanto que, alguns organismos presentes no solo conseguem detectar pequenas quantidades de compostos tóxicos porque estão em interação com o ambiente, contribuindo para chegar a resultados mais precisos (GUARATIN et al., 2008).

Os organismos normalmente escolhidos como indicadores de toxicidade são de maneira geral padronizados, pois são baseados em parâmetros referentes à representação no ecossistema, sensibilidade, facilidade de cultivo e conhecimento científico da espécie. Para avaliar o solo utilizam-se bactérias heterotróficas ou espécies de minhocas, podendo ser *Eisenia fetida* ou *Lumbrices terrestris* L. (GUARATIN et al., 2008).

5.3. Alelopatia

Os vegetais através das folhas, flores, raízes, gemas, casca e serrapilheira em processo de decomposição ou por exsudação, liberam metabólitos primários e secundários que são inseridos no ambiente, principalmente no solo (GOLDFARB; PIMENTEL, 2009 apud TAIZ; ZEIGER, 2002). Grande parte desses compostos liberados é proveniente do metabolismo secundário e estão ligados ao mecanismo natural de defesa da planta contra ataques de microrganismos e insetos (MEDEIROS, 1990). Entretanto, estes compostos por sua vez são aleloquímicos e causam alelopatia em plantas próximas.

Alelopatia se caracteriza quando há qualquer efeito direto ou indireto, tanto nocivo como favorável exercido de uma planta sobre a outra, através da produção de compostos químicos liberados no ambiente (RICE, 1984 apud SCHWADE, 2010).

Os compostos mais comumente encontrados que causam efeitos alelopáticos são pertencentes aos grupos dos ácidos fenólicos, cumarinas, terpenóides, alcalóides, glicosídeos cianogênicos, derivados do ácido benzóico, etileno, saponinas, taninos, quinonas complexas e

flavonóides (RODRIGUES; LOPES, 2001; SOUZA; FURTADO, 2002; TOKURA; NÓBREGA, 2006).

Os aleloquímicos podem interferir na germinação, dormência, biomassa e crescimento das plantas, além de afetar as estruturas citológicas e ultraestruturais; hormônios; membranas e sua permeabilidade; absorção de minerais; movimentos de estômatos; síntese de proteínas; atividade enzimática; relações hídricas e condução; material genético, induzindo alterações no DNA e RNA. Sobretudo podendo alterar as propriedades físicas e químicas do solo e comprometer a fauna edáfica (RIZVI; RIZVI 1992 apud ANDRADE; BITTENCOURT; VESTENA, 2009).

5.4. Alelopatia do *Pinus sp.*

O *Pinus sp.* pertence à ordem coniferae, e as coníferas em geral possuem altas concentrações de resinas e compostos fenólicos (MANNINEM et al., 2002). Estes compostos fenólicos são aleloquímicos por possuírem alta solubilidade em água e de interferirem negativamente no crescimento dos vegetais (INDERJIT, 1996). Além disso, os ácidos fenólicos causam impactos nos processos de fotossíntese, síntese protéica, absorção mineral, síntese de clorofilas, e, sobretudo alteram a permeabilidade das membranas e o balanço hídrico, desregulando todo o sistema dos vegetais (RICE, 1984 apud SCHWADE, 2010). Como estes compostos fenólicos estão presentes na planta eles podem estar no ambiente através da degradação das partes vegetais e lixiviados (MANNINEM et al., 2002).

Associado a estas características, culturas de *Pinus sp.* possuem um grande número de indivíduos/área, causando sombreamento no sub-bosque e na deposição de elevadas quantidades de acículas no solo. Estas acículas acumuladas no solo podem ter potencial de liberação de compostos fenólicos, contaminando tanto o solo quanto à água de drenagem que acaba contaminando fontes naturais e alterando as propriedades físicas e químicas do ambiente (VILLAVICENCIO et al., 2010). Deste modo preocupa-se com os organismos presentes no solo cultivado com *Pinus*, e de como estas características podem interferir em outras espécies, principalmente nas nativas e em especial nas pioneiras que habitam os primeiros estágios de sucessão e que promovem a estrutura da floresta. E referente às espécies agrícolas, pois também o solo pode vir a receber essas culturas, e o potencial de desenvolvimento pode ser danificado devido à presença de aleloquímicos.

5.5. Espécies utilizadas como indicadores de alelopatia e de toxicidade:

5.5.1. Minhocas

Os organismos escolhidos como indicadores da qualidade do solo e avaliação do impacto que o *P.elliottii* pode causar na fauna edáfica foram as minhocas da espécie *Eisenia andrei*. A comunidade de minhocas presentes no ambiente depende de vários fatores que vão desde tipo do solo suas características físicas e químicas, vegetação, cobertura, condições climáticas, topografia e histórico local da área (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2008).

As minhocas são muito perceptíveis e reagem as alterações causadas pelas atividades antrópicas e naturais que ocorrem ao solo e sua cobertura vegetal. Deste modo, elas nos auxiliam nas noções do estado atual dos ecossistemas e de mudanças ao qual foi submetido. Assim, são importantes como indicadoras de perturbação no ambiente, contaminação, potencial produtivo do solo e na avaliação e monitoramento da qualidade ambiental em geral (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

Para verificar a qualidade do solo e o efeito das substâncias químicas utiliza-se o ensaio de fuga com as minhocas (*Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*), assim pode-se obter uma resposta rápida para as análises dos solos possivelmente contaminados, e avaliando-se o comportamento de fuga das minhocas quando expostas a substâncias químicas (ABNT NBR ISSO 17512-1). Tendo em vista todas as relações, funções e sensibilidade das minhocas no ambiente é de fundamental importância usá-las como indicadora de possíveis alterações na fauna edáfica presente no solo com plantio de *P. elliottii*.

5.5.2. Milho

O milho é uma planta da família da Poaceae, com nome científico: *Zea mays*; tem como característica ser monocotiledônea, herbácea e monóica. Acredita-se que o seu centro de origem seja a América Central ou o México. É uma planta alógama, com a dispersão do pólen através do vento, planta anual medindo de 1 a 3 metros de altura em média, o ciclo dura cerca de 120 dias (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011).

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, porém produção nacional do grão é relativamente dispersa no país. Mas as maiores regiões produtoras são o Sul, com 37,2% da produção nacional e o Centro Oeste com 30,6%. No Sul a liderança é do Paraná, e no Centro Oeste, Mato Grosso. Santa Catarina atingiu 6, 30 % da safra de 2011/2012. O município de

Curitibanos 14.056 toneladas se encontra entre os 15 maiores produtores de Santa Catarina (MAPA, 2012). O milho será utilizado no ensaio como indicado na norma ABNT NBR ISO 11269-2:2012.

5.5.3. Feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta anual herbácea, pertence à família Leguminosae subfamília Papilionoideae, gênero Phaseolus. O ciclo pode variar de 65 a 100 dias dependendo da cultura e das condições ambientais e climáticas. O feijão é a principal fonte protéica da dieta humana. Espécie cultivada por pequenos produtores e conhecida como cultura de subsistência (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2003).

O Brasil é o maior produtor de feijão, sendo que 107 países produzem essa cultura em todo o mundo. Presente em todo o território brasileiro, sendo importante tanto na no aspecto econômico como social (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2003). O feijão foi escolhido por ser uma dicotiledônea, e ter importância econômica para o Brasil, assim como indicado na norma ABNT NBR ISO 11269-2:2012.

5.5.4. Bracatinga

A bracatinga (*Mimosa scabrella*) pertence à ordem Fabales, família Mimosaceae (Leguminosae: Mimosoideae), Divisão Magnoliophyta (Angiospermae, Classe Magnoliopsida (Dicotyledonae) (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

Espécie nativa das regiões de clima subtropical sul do Brasil, encontrando-se desde o sul de São Paulo até o norte do Rio Grande do Sul (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

É uma árvore inerme, perenifólia e pouco exigente quanto às condições físicas e químicas do solo. Apresenta ciclo de vida curto de 20 a 25 anos, característica das espécies pioneiras arbóreas em geral (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Planta semidecídua, heliófita, pioneira, bastante flexível as condições do solo, sendo até pouco exigente em relação as propriedades químicas e físicas do solo. É característica e exclusiva das matas das araucárias principalmente de associações secundárias, onde chega a formar agrupamentos puros. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, formando banco de sementes no solo, a qual permanece durante muitos anos (LORENZI, 2008).

Por ser uma espécie pioneira povoa as áreas em seus primeiros estágios de sucessão, conhecidas como formadoras de florestas, pois dão condições para que outras espécies possam povoar o ambiente e aumentar a diversidade, proporcionando condições favoráveis para as espécies secundárias tardias e de clímax.

5.6. Efeitos do *Pinus sp.* no solo, água e fauna edáfica

O plantio de pinus está disperso na região sul do Brasil, e vem se observando através de estudos que os locais povoados por essa cultura estão sofrendo modificações em sua paisagem natural, alguns rios estão desaparecendo ou perdendo seu fluxo natural, bem como as espécies de animais estão fugindo da região e as plantas nativas não estão conseguindo se desenvolver bem, como também a fertilidade do solo está sendo afetada, impossibilitando que culturas alimentícias típicas tenham o mesmo rendimento (QUADROS et al., 2009).

A serrapilheira da floresta de pinus se degrada lentamente, acumulando nutrientes apenas nesta camada e ficando indisponível para o solo, sendo que os solos com este plantio se caracterizam como mais ácidos. O efeito alelopático causado pelo pinus é uma das possíveis explicações para a ocorrência de tais fenômenos. Sendo que tais elementos comprometem a funcionalidade dos ecossistemas (NISSANKA et al., 2005).

A funcionalidade do ecossistema pode ser avaliada através dos organismos edáficos, pois estes tem uma profunda relação com a serrapilheira e o solo e uma sensibilidade enorme referente há efeitos no ambiente, tanto causado pelos homens como de outras vegetações presentes que interfiram na cobertura vegetal (CORREIA; PINHEIRO, 1999).

Qualquer fator pode alterar a diversidade e a presença da fauna edáfica no solo, trazendo prejuízos tantos em processos de decomposição como de ciclagem de nutrientes, pois, além de possibilitar uma avaliação na qualidade do ambiente a fauna edáfica possui funções vitais aos ecossistemas e qualquer interferência prejudica todo um sistema (LAVELLE et al., 1993 apud QUADROS et al., 2009).

Nos últimos 30 anos o homem interfere nos ecossistemas nativos que são de suma importância para a preservação da diversidade e os perturbam com plantações de espécies exóticas como foi o caso da utilização do *Pinus* na região sul do Brasil e entre outros usos da terra, diminuindo a diversidade biológica da população edáfica e comprometendo o ecossistema (CÓRDOVA; CHAVES; MANFREDI-COIMBRA, 2009).

Os plantios de pinus próximos a mananciais superficiais podem interferir nas características da água. Segundo trabalhos realizados na Holanda águas provenientes do plantio com espécies do gênero de *Pinus* se caracterizavam com modificações na cor, maior demanda de oxigênio, maior concentração de bicarbonatos, maior dureza e maior concentração de cloretos, comparadas com outras áreas sem a presença desta cultura (MCKEE; WOLF, 1963 apud LIMA; BARBIN, 1975).

Comparando com outros estudos que também constataram que o plantio do gênero de *Pinus* causou alterações nas características físico-químicas da água, e diante de tais resultados e juntamente com os compostos fenólicos presentes nas coníferas o plantio próximo a água pode interferir no possível uso desta para outros fins, pois altera a qualidade da água, afetando o ecossistema aquático e terrestre (DUTRA, 2012).

Além de causar alterações no solo, na fauna edáfica o plantio de deste gênero pode alterar a qualidade da água, impossibilitando o uso e modificando tanto os ecossistemas terrestres como os aquáticos, assim, interferindo nas espécies presentes diminuindo a biodiversidade.

6. METODOLOGIA

O experimento será conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) *campus* Curitibanos em ambiente de casa de vegetação sob condições controladas. As sementes de milho e feijão a serem utilizadas serão adquiridas em casas agropecuárias e as de bracatinga coletadas a campo. Antes de iniciarem-se os testes as mesmas sofrerão de um teste prévio para a garantia da qualidade dos resultados e a espécie florestal passará pelo processo de quebra de dormência com água quente. O delineamento experimental escolhido foi inteiramente casualizado com dois tratamentos com quatro ou cinco repetições por tratamento, conforme especificado a seguir. Os tratamentos são: tratamento A é o solo controle que será retirado de um local com mata nativa; e o tratamento B é o solo proveniente de um reflorestamento de *Pinus elliottii* localizado na Universidade, o plantio tem cerca de cinco anos de cultivo.

Ao final os resultados serão submetidos a análise de variância e ao teste de comparações de médias Dunnett, ao nível de significância de 5% de probabilidade, onde este foi escolhido pelo fato de possuir o tratamento A como testemunha, desta maneira o devido teste é recomendado.

6.1. Ensaio de Germinação, Crescimento e Biomassa

O milho e o feijão serão semeados em quatro vasos por tratamento, com dez sementes em cada vaso, o tempo de exposição será de 15 dias, após a germinação será analisada a porcentagem de germinação em cada tratamento e, após o período de exposição de 15 dias, as plantas serão cortadas na base para análise do crescimento (em cm) e da biomassa, determinando-se o peso fresco e o peso seco após secagem a 60 °C até peso constante. A bracatinga será avaliada da mesma forma, porém, durante 30 dias.

Para a porcentagem de germinação será utilizada a seguinte equação: $G(\%) = N/A \cdot 100$, onde (G) é a porcentagem de germinação, N é o número de sementes germinadas e A é o número total de sementes colocadas para germinar, este cálculo servirá para as três espécies (milho, feijão e bracatinga).

6.2. Ensaio de Fuga

Para o ensaio de fuga serão utilizadas dez minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei*, cultivadas em uma mistura de 50% estrume de gado desfaunado e 50% pó de casca de coco (volume: volume), com a umidade ajustada até 50% da capacidade máxima de retenção de água,

o pH ajustado em um valor entre 6 e 7 e uma baixa condutividade iônica. As minhocas serão oriundas de cultivos laboratoriais obtidos a partir de casulos. Para obtenção de culturas sincronizadas, minhocas adultas são mantidas nas caixas de cultivo até a produção de casulos e posteriormente removidas após 14 a 28 dias. Aproximadamente dois meses após a eclosão, as minhocas se tornarão maduras e estarão prontas para o uso nos ensaios, o que será indicado pela presença do clitelo desenvolvido. Tanto os cultivos quanto os ensaios serão realizados em incubadoras com temperatura ajustada para 20 ± 1 °C. A incubadora utilizada será disponibilizada pela Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos.

Ambos os solos antes do ensaio serão peneirados (2 mm) e ajustado até aproximadamente 60% de capacidade máxima de retenção de água e determinado o conteúdo de água e pH em presença de 1 mol/L de KCl, conforme a norma ABNT NBR/ISO 17512-2011 (ABNT, 2011). O recipiente-teste utilizado é dividido em duas seções iguais com um divisor, então será preenchido com solo até uma altura de 6 cm, um lado com o tratamento A (solo da mata nativa como controle, pois é similar com o teste, entretanto, sem presença de possíveis compostos tóxicos) e o outro com tratamento B (solo do reflorestamento de *Pinus* como teste), cada tratamento com cinco repetições. Em seguida o separador é retirado e então colocam-se as dez minhocas na linha de divisão, fazendo com que as mesmas façam a escolha entre o solo-teste e o solo-controle. O recipiente então é coberto e o período de incubação será de dois dias.

Após o período de incubação, serão introduzidos novamente os divisores e o número de minhocas é determinado para ambos os lados dos recipientes-testes. As minhocas que morrerem ou que escaparem do recipiente serão consideradas perdidas, e as que são divididas durante a colocada do divisor são contabilizadas como 0,5 independentemente do tamanho do corpo. Ao final do ensaio, a média de minhocas encontradas no solo-teste é comparada com as encontradas no solo-controle utilizando o teste exato de Fisher. Se os resultados mostrarem uma média de minhocas significativamente menor no solo-teste do que no solo-controle indicam uma resposta de fuga do solo-teste, então verifica-se que a função de habitat do solo está comprometida.

6.3. Lixiviado do solo

Para este procedimento se utilizará a água do lixiviado do solo com o plantio de *Pinus elliottii* para irrigar as espécies indicadoras e neste caso o controle será a água do poço artesiano localizado na Universidade e o solo será o da mata nativa, pois neste caso quer-se apenas avaliar

o efeito apenas do lixiviado. O procedimento será realizado da mesma forma em quatro vasos por tratamento, com dez sementes em cada vaso, o tempo de exposição será de 15 dias para o milho e o feijão, enquanto que, para a bracatinga o tempo será de 30 dias, o método de avaliação será o mesmo, de germinação, crescimento e biomassa.

Os resultados obtidos serão submetidos a análise de variância e ao teste de comparações de médias Dunnett, ao nível de significância de 5% de probabilidade. Para a porcentagem de germinação será utilizada a seguinte equação: $G(\%) = N/A*100$, onde (G) é a porcentagem de germinação, N é o número de sementes germinadas e A é o número total de sementes colocadas para germinar, este cálculo servirá para as três espécies (milho, feijão e bracatinga).

7. RESULTADOS ESPERADOS

Através dos resultados busca-se compreender como as substâncias presentes no metabolismo secundário do *P. elliottii* podem provocar alterações no ecossistema e se concentrar no solo, e que por este motivo o solo e o lixiviado do solo deste cultivo podem interferir no desenvolvimento de outras espécies vegetais causando alelopatia e principalmente alteram o comportamento dos organismos da fauna edáfica. Sendo assim, observa-se que o cultivo desta espécie altera a qualidade do solo e do ecossistema.

Espera-se que este trabalho gere informações complementares a fim de se conhecer melhor os efeitos da utilização de espécies exóticas sobre a biota do solo, contribuindo para uma melhor gestão destes locais e possibilitando a minimização dos impactos sobre a biodiversidade local. Assim os resultados deste trabalho poderão servir para o desenvolvimento de novos artigos que terão função acadêmica e para o mundo científico contribuindo para banco de dados de pesquisas relacionadas à ecotoxicidade ocasionada pelo cultivo de *Pinus elliottii*.

8. CRONOGRAMA

Tarefas	Meses 2013			Meses 2014											
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
01	X														
02	X	X													
03			x												
04			x												
05			x												
06				x	x										

Tabela 1. Números de acordo com as referidas tarefas: 01. Pesquisa bibliográfica mais detalhada; 02. Início do cultivo dos organismos-testes; 03. Ensaio de Germinação, crescimento e biomassa do milho, feijão e bracinga; 04. Análise do lixiviado com milho, feijão e bracinga; 05. Ensaio de fuga com as minhocas; 06. Análise dos dados obtidos e finalização da pesquisa com o termino da escrita dos resultados e conclusão.

9. ORÇAMENTO

Produtos	Quant.	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Semente Milho	1	kg	12,5	12,5
Semente Feijão	1	kg	5,6	5,6
Substrato de casca de coco	300	g	4,49	22,45
Vasos Plásticos	48	uni.	0,8	38,4
Valor Total				78,95

10. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. V.; SOUSA, V.A.; SHIMIZU, Jarbas Yukio. **Cultivo de *Pinus***. Embrapa Florestas, Sistemas de Produção, 5 - 2ª edição, 2011. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus_2ed/>. Acesso em: 17 de outubro de 2013.

ANDRADE, H. M.; BITTENCOURT, A.H. C.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Cyperus rotundus* L. sobre espécies cultivadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, v. 33, 2009. p. 1984-1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico ABRAF: ano base 2012**. p. 142, 2013. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 27 de setembro de 2013.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, p.125, 2003.

BOURSCHEID, K. ; REIS, A. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii Engelm.* em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. Laboratório de Restauração Ambiental Sistêmica Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina Campus Trindade, Florianópolis. **Revista Biotemas**, v.23, n.2, p.30, 2010. Disponível em: <<http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume232/23a30Final.pdf>>. Acesso em: 09 de outubro de 2013.

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – o 3º encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas (elaetao3). **Acta Zoológica Mexicana (n.s.)**. Número Especial, p. 18, 2010.

BROWN, G.G.; DOMÍNGUEZ, J. **Biodiversidade de minhocas e seu uso como bioindicadoras da qualidade ambiental: perspectivas e limitações**. 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61382/1/SP5367.pdf>>. Acesso em: 06 de outubro de 2013.

CATTANEO, M. **La dispersión de coníferas exóticas en áreas naturales: Ejemplos de Nueva Zelanda**. 2005. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/download/artigos/conifinvasorasNZ.pdf>>. Acesso em: 08 de setembro de 2013.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília – DF: MMA, 2011.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus sp.* **Revista Eletrônica do Curso de Geografia – Campus Jataí- UFG**, Jataí- GO, n.12, 2009. Disponível em: < <http://www.revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/25981/14950>>. Acesso em: 24 de outubro de 2013.

CORREIA, M. E. F.; PINHEIRO, L. B. A. **Monitoramento da fauna do solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica.** Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/download/cit003.pdf>>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

DUTRA, B. K. **Avaliação do Impacto no Ambiente de Compostos Hidrossolúveis de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* (Coniferae) Utilizando Indicadores Biológicos.** 2012. 166 p. Tese de doutorado- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA. Porto Alegre, 2012. Disponível em: < <http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/5395>>. Acesso em: 23 de outubro de 2013.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do milho.** 8ª edição, 2011. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_8ed/ecofisiologia.htm>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro comum.** 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo da bracatinga.** 2003. Disponível em: < http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/CultivodaBracatinga/01_taxonomia.htm>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.

FOELKEL, E.; FOELKEL, C.; FOELKEL, A (Edi). Os *Pinus* no Brasil: *Pinus elliottii*. **PinusLetter.** Copyrights ©, Porto Alegre, Ed.4, 2008. Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_04.html#um> Acesso em: 08 de outubro de 2013.

GRAÇA, M.A.S., POZO, J., CANHOTO, C., ELOSEGI, A. **Effects of *Eucalyptus* plantations on detritus, decomposers, and detritivores in streams.** Sci. World J. 2(4), p.1173-1185, 2002.

GUARATIN, T. *et al.* **Ecotoxicologia.**In: OGA, Seiki.; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida.; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de Toxicologia.** 3. ed. São Paulo:Atheneu Editora, 2008. p.125 – 142.

HENDERSON, L. **Plant invaders of South Africa – a pocket field guide to the identification of 161 of the most important and potentially important alien species.** Pretoria: Agricultural Research Council, 1995. 177 p. (Plant Protection Research Institute Handbook, n. 5).

INDERJIT, T. Plant phenolics in allelopathy. **Botanical Reviews**, vol. 62, 1996, p.186-202.

JANKOVSKI, T. Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm. **Floresta**, v. 26 (1/2), p.95-96, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol.01. Instituto plantarum de estudos da flora Ltda. 5. ed. Nova Odessa – SP, 2008.

LIMA, W. P.; BARBIN, D. **Efeito de plantações de Eucalyptus e Pinus sobre a qualidade da água da chuva**. IPEF n.11, p.23-35, 1975. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr11/cap02.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2013.

MACHADO, S. A.; SCALFARO, J. R. S. Curvas de índice de sítio para plantações de pinus elliottii nos estados do paraná e santa catarina. **Revista Floresta**, Paraná, v. 18, n. 12, p. 140 – 156, 1988. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/6392/4589>>. Acesso em: 05 de outubro de 2013.

MAGALHÃES, D. P.; FILHO FERRAO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecol. Bras.** Rio de Janeiro, v. 12, n.3, p. 355-381, 2008.

MANNINEN, A.M., HOLOPAINEN, J.K., LEVULA, T., RAITIO, H. & KAINULAINEN, P.J., Secondary metabolite concentrations and terpene emissions of scots pine xylem after long-term forest fertilizations, **Environmental Quality**, vol. 31, (2002), pp.1694–1701.

MATTEI, V. M.; SEITZ, R. A. Crescimento inicial de plantas de *Pinus taeda* L. originadas por sementeira direta no campo. **Floresta**, v.26 (1/2), p.45-58, 1996.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Milho**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em: 19 de outubro de 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brasil projees do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)>. Acesso em: 19 de outubro de 2013.

NISSANKA, S. P.; MOHOTTI K, M.; WIJETUNGA, A. S. T. B. **Allelopathic influences of *Pinus caribaea* on vegetation regeneration and soil biodiversity**. In: Allelopathy, 2005. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2415_nissankasp.htm>. Acesso em: 19 de outubro de 2013.

PEDROZO, M. F.; KUNO, R. Contaminantes da Água e do Solo. In: OGA, Seiki.; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida.; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de Toxicologia**. 3 ed. São Paulo:Atheneu Editora, 2008. p. 199-224.

QUADROS, D. A. *et al.* Efeitos da Produção Intensiva de *Pinus* Sobre a Comunidade Quilombola do Varzeão em Doutor Ulysses/PR. **Rev. Bras. De Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009. p. 4.

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

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan SA, 1996.

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

SCHWADE, G. M. *et al.* **Efeito alelopático de acículas de *Pinus elliottii* Engelm. sobre a germinação de *Avena strigosa* Schreb.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. Curso de Engenharia Florestal, 2010. Disponível em: < <https://web.dv.utfpr.edu.br:448/seer/index.php/SSPA/article/viewFile/457/255>>. Acesso em: 14 de outubro de 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Recursos florestais: as florestas plantadas**. Brasília, 2013. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>> Acesso em: 08 de setembro de 2013.

SEITZ, R. A.; CORVELLO, W. V. **A regeneração natural de *Pinus elliottii* em área de campo. Anais do Simpósio sobre Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia**. Universidade Federal de Viçosa, p. 48-51, 1983.

SOARES, G.L.G. 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.190-197, 2000.

SOUZA, I. F.; FURTADO, D. A. S. Caracterização de aleloquímicos do centeio (*Secale cereale*) e seu potencial alelopático sobre plantas de alface (*Lactuca sativa*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1097-1099, 2002.

STURGES,P. ATKINSON, D. The clear-feeling of sand-dune plantations: Soil and vegetation process in habitat restoration. **Biological Conservation**. 66 Ç. p. 171-183, 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: ARTMED, 2002.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n. 3, p. 379-383, 2006.

VILLAVICENCIO, B. *et al.* **Avaliação do Impacto de Fenólicos Hidrossolúveis Extraídos de *Pinus taeda* na Germinação de *Lectuca sativa*.** Laboratório de Fisiologia da Conservação - Programa de Pós-graduação em Zoologia - PUCRS; Laboratório de Biotecnologia Vegetal – PUCRS. XI Salão de Iniciação Científica – PUCRS, 09 a 12 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XISalaoIC/Ciencias_Biologicas/Botanica/84204-BIANCA_VILLAVICENCIO.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2013.

VASQUES, A. G. *et al.* Uma síntese da contribuição do gênero *pinus* para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 3, set./dez. 2007

ZILLER, R.S.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *P.taeda*. **Revista Floresta**, v. 32 (1), p. 41 – 47, 2003.

ZILLER, S. R. **A Estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, p.268, 2000.