



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

PAULO BAI FILHO

**UTILIZAÇÃO DE CINZA DE BIOMASSA FLORESTAL:
AVALIAÇÃO DE SEUS EFEITOS NA BIOLOGIA E NO MEIO
AMBIENTE**

CURITIBANOS

Novembro/2014

Paulo Bai Filho

Utilização de cinza de biomassa florestal: avaliação de seus efeitos na
biologia e no meio ambiente

Projeto apresentado como requisito parcial da
disciplina de Projetos em Ciências Rurais, do
curso de Ciências Rurais, da Universidade
Federal de Santa Catarina

Orientadores: Professores: Dr. Antônio
Lunardi Neto e Dr^a Julia Carina Niemeyer.

CURITIBANOS

RESUMO

A utilização de cinzas a partir da queima de biomassa florestal na agricultura é prática comum nos solos de algumas regiões do Sul do país. No entanto existe carência de estudos mais detalhados relativos à sua eficiência na produção de determinadas culturas e também seus efeitos relativos à fauna do solo. O objetivo deste trabalho é estudar a utilização de cinzas de biomassa florestal em diferentes doses, avaliando seus efeitos em plantas de feijão e nos invertebrados do solo. O experimento será desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. O delineamento experimental será em blocos inteiramente casualizados com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo as doses: T1: 0 t ha⁻¹, T2: 5 t ha⁻¹, T3: 10 t ha⁻¹, T4: 20 t ha⁻¹, T5: 40 t ha⁻¹ e T6: 80 t ha⁻¹. Nas plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) serão avaliados: o número de folhas, a altura das plantas, o número de vagens, o peso das vagens, o peso dos grãos por vagem e o peso de 100 grãos. A avaliação ecotoxicológica do solo será efetuada analisando o efeito dos tratamentos nas minhocas da espécie *Eisenia andrei* e nos colêmbolos da espécie *Folsomia candida*. Espera-se ser possível recomendar a melhor dose a ser utilizada para a cultura do feijão, possibilitando auxiliar os produtores rurais na aplicação correta do resíduo, reduzindo o custo de produção da cultura do feijão, por meio da redução do uso de fertilizantes minerais e proporcionando destino mais adequado para as cinzas, evitando danos ambientais por uso inadequado, de vez que há metais pesados que podem ocasionar impactos negativos ao ambiente. O conhecimento das características químico-físicas da cinza pode contribuir de forma significativa para melhorar a qualidade do solo, influenciando na produtividade do feijão.

Palavras-chave: Bioindicadores; *Phaseolus vulgaris*; *Folsomia candida*; *Eisenia andrei*; feijão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA.....	6
3. REFERENCIAL TEÓRICO	6
3.1. Importância da cultura do feijão.....	6
3.2. Panorama florestal no Brasil	6
3.3. A cinza e seus efeitos no ambiente.....	7
3.4. Benefícios do uso da cinza	8
3.5. Caracterização da cinza de biomassa florestal	8
3.6. Biota do solo.....	9
3.7. Avaliação ecotoxicológica.....	10
4. HIPÓTESES.....	11
5. OBJETIVOS	11
5.1. Objetivo Geral	11
5.2. Objetivos Específicos	11
6. METODOLOGIA	11
6.1. Fonte do material utilizado.....	11
6.2. Caracterização físico-química da cinza	12
6.3. Experimento em casa de vegetação	13
6.4. Experimento em campo.....	13
6.5. Análises estatísticas	14
6.6. Caracterização ecotoxicológica das cinzas.....	14
7. RESULTADOS ESPERADOS.....	16
8. CRONOGRAMA	17
9. ORÇAMENTO	18
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A produção de cinzas é gerada a partir da queima da biomassa florestal. De acordo com Martins (2006), as cinzas têm sido destinadas para utilização na agricultura, devido à oferta relativamente barata desse material, contendo elementos essenciais para as culturas, podendo garantir um incremento na fertilidade dos solos.

A aplicação de cinzas no solo pode reduzir a necessidade de insumos para as culturas. As culturas extraem grandes quantidades de nutrientes para poder completar seu ciclo de desenvolvimento. Por isso, faz-se necessária uma adubação de manutenção e as cinzas de biomassa florestal podem estar ajudando no incremento da fertilidade do solo (MAEDA et al., 2008).

O resíduo da indústria madeireira (cinza de biomassa florestal) apresenta grande eficiência na redução da acidez dos solos, eliminando elementos prejudiciais para o desenvolvimento das culturas, como o alumínio (H+AL), aumentando o pH dos solos e disponibilizando elementos como fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) (CARDOSO, 2003). As cinzas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) são ricas em (P) e cálcio (Ca), enquanto as de bracatinga (*Mimosa scabrella*) são ricas em (K) (OSAKI; DAROLT, 1991; VIEIRA; CARDOSO, 2003).

A composição das cinzas pode ser bastante variada e depende de uma série de fatores a exemplo da parte da planta que está sendo utilizada para a combustão, a idade e os métodos de armazenamento (HORTA et al., 2010), além da espécie de planta que deu origem ao resíduo.

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, sendo que a produção de feijão no Estado de Santa Catarina tem uma expressiva contribuição na economia. Fatores como temperatura, luminosidade, tipo de solo, época de plantio, influenciam na produção do feijão e conseqüentemente na rentabilidade ao agricultor. A cultura apresenta raízes nos primeiros 20 cm do solo, por isso solos não compactados e com boa aeração, ricos em matéria orgânica e acompanhados de elementos essenciais são fundamentais para o bom desenvolvimento da cultura (MAPA, 2014).

2. JUSTIFICATIVA

As cinzas oriundas da biomassa florestal são fontes de nutrientes essenciais para as plantas. Sua utilização na agricultura tem sido prática corriqueira em solos de algumas regiões do país. Estudos avaliando seus efeitos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, no entanto, são escassos.

Este trabalho justifica-se para melhorar o conhecimento sobre os reais efeitos da cinza da biomassa florestal na produtividade da cultura do feijão e na biologia dos solos desenvolvidos de basalto na região de Curitiba SC.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Importância da cultura do feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é à base da dieta dos brasileiros, sendo uma das principais fontes proteicas, além de apresentar quantidades de carboidratos, vitaminas, minerais e outros elementos essenciais para o bom funcionamento do organismo (EMBRAPA, 2005).

A cultura do feijão possui ciclo curto e de grande exigência nutricional (CTSBF, 2012). No Brasil a produção média anual chega a 3,5 milhões de toneladas, onde grande parte dessa produção é destinada ao consumo interno. O consumo *per capita* chega a 16,5 kg ano⁻¹. Em Santa Catarina as médias da produção nas lavouras de feijão são superiores às médias nacionais, sendo uma importante fonte de renda para os agricultores do estado (BACKES, 2011).

3.2. Panorama florestal no Brasil

Os florestamentos no Brasil, com *Pinus* e *Eucalyptus* em 2013, ocuparam uma área de aproximadamente 6.664.812 ha, sendo *Pinus* com 1.562.782 ha e *Eucalyptus* com 5.102.030 ha (ABRAF, 2013).

O município de Curitiba, SC, possui uma grande concentração de pequenas e médias empresas, que tem papel importante socioeconomicamente, tanto do ramo de

madeira como no ramo de móveis, gerando empregos para a região. Podemos citar a Empresa Berneck S.A. Painéis e Serrados, que desde 2012 está em produção no município (BATISTA, 2014), sendo de grande porte.

Devido aos altos custos dos insumos na produção agrícola (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2011), medidas alternativas para diminuir os custos acabam por ser utilizadas pelos agricultores. A utilização das cinzas como fonte de nutrientes para as plantas vem sendo empregada para diminuir os custos de produção (MORO; GONÇALVEZ, 1995), em áreas rurais nas proximidades de sua oferta junto às empresas que a produzem como resíduos, sendo alternativa de baixo custo em comparação aos fertilizantes minerais solúveis.

3.3. A cinza e seus efeitos no ambiente

A aplicação das cinzas nos solos muitas vezes resulta em solucionar problemas das indústrias do setor de madeira e celulose e papel, de vez que tais empresas necessitam dar um destino adequado aos subprodutos provenientes de seus processos produtivos. Porém o uso de excessivas doses desses resíduos pode ocasionar sérios danos ao ambiente, correndo riscos de contaminação do solo e da água, e também podendo causar desequilíbrios nutricionais nas plantas. A contaminação pode ser ocasionada por metais pesados presentes nos produtos existentes na madeira a ser utilizada na queima (MAEDA et al., 2007).

Os resíduos só devem ser incorporados ao solo quando não prejudiquem suas propriedades e o meio ambiente e possam beneficiar as culturas. Há uma preocupação com a aplicação dos resíduos repetitivamente, sem que haja um acompanhamento técnico e uma análise detalhada das doses a serem aplicadas, orientados pela pesquisa. Há relatos de perdas consideráveis na produtividade de culturas agrícolas devido à aplicação de subprodutos de origem madeireira (MEDEIROS, 2008).

Em junho de 2012, instalou-se em Curitiba a Empresa BERNECK S.A. Painéis e Serrados, com estimativa de produção anual na casa dos 500 mil metros cúbicos de MDF. Para a produção de serrados a produção em 2012 era de 300 mil metros cúbicos e em MDP para 2014 cerca de 800 mil metros cúbicos (BATISTA, 2014).

A produção de cinzas provenientes de uma única empresa, gera em torno de 30.000 t ano⁻¹ sendo que boa parte vai parar em aterro sanitário. Devido ao alto custo para destinação das cinzas em aterros, medidas alternativas para o destino dos resíduos devem ser tomadas para diminuir os custos (ETIEGNI, 1991) das empresas.

Na região de Curitiba SC, após a instalação da indústria BERNECK S.A. Painéis e Serrados, a utilização do resíduo passou a ser uma prática corriqueira nos solos da região. Porém, essa utilização não está sendo feita de forma correta, pois não há pesquisas que indiquem doses para aplicação do resíduo nos solos da região, nem pesquisas relacionadas aos seus efeitos na cultura do feijão e tampouco com relação a danos na fauna do solo.

3.4. Benefícios do uso da cinza

Segundo Bellote et al. (1998), aplicações de doses adequadas de cinza ao solo aumentou os teores de nutrientes nas folhas de *Eucalyptus*, a matéria orgânica do solo e consequentemente a retenção de água. Esses mesmos autores comprovaram que doses de 50 t ha⁻¹ melhoraram as características dos solos estudados.

Albuquerque et al. (2002), diz que o uso de cinzas pode ocasionar problemas ambientais e problemas nas características físico-químicas dos solos afetando o balanço de nutrientes. Segundo Medeiros (2008), o uso sem recomendação técnica poderá ocasionar perdas na produtividade das culturas e problemas de retenção da água nos solos. Testes realizados indicam que na medida em que aumentava o potencial de retenção de água no solo, os tratamentos com cinzas aumentavam a capacidade de retenção de água em relação à testemunha (BELLOTE et al., 1998).

Segundo Sofiatti et al. (2007) doses de cinzas oriundas de biomassa florestal, aumentaram consideravelmente a altura e a produtividade da cultura do algodoeiro. Na cultura da mamona, foi observado que a adição de doses crescentes aumentou a altura, o diâmetro e a produtividade das plantas (LIMA et al., 2006).

3.5. Caracterização da cinza de biomassa florestal

A composição das cinzas pode ser muito variada. Além de conter elementos essenciais pode conter elementos como cádmio (Cd) e zinco (Zn), sendo estes presentes em quantidades menores em comparação com outros elementos (OSTERAS et al., 2005). Os resíduos da indústria de celulose, apresentam altos teores de matéria orgânica, P, Ca e relação carbono/nitrogênio (C/N) de 30/1 (BELLOTE et al., 1998).

A composição química das cinzas é bastante variada, tendo os elementos essenciais para o desenvolvimento de plantas. Os teores desses elementos variam bastante, devido às partes que foram utilizadas na queima para a geração da cinza (SANTANA, 2009). Na Tabela 1 estão apresentados os valores em (%) dos principais elementos constituintes das cinzas.

Tabela 1: Composição química da cinza da lenha (% peso)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	MnO ₂	Cl	SO ₃	P ₂ O ₅	SrO	PF
16,9	2,7	0,8	7,0	2,4	7,2	32,6	0,39	0,15	4,4	3,7	0,27	21,5

Fonte: BORLINI et al.(2005).

3.6. Biota do solo

Os solos possuem uma grande variedade de microorganismos, desde os micro até macro, a exemplo das minhocas que atuam na manutenção e na ciclagem de nutrientes. As minhocas desempenham uma série de mudanças nas propriedades físicas e químicas dos solos, atuando como detritívoras, quebrando os resíduos em partículas menores, favorecendo sua decomposição pelas bactérias, fungos e outros microorganismos (CANHOS et al., 1998).

Em geral algumas espécies são consideradas “engenheiras do ecossistema” pela sua capacidade de ciclagem e manutenção das propriedades físico-químicas dos solos. *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida* são as espécies recomendadas para os ensaios de ecotoxicidade por serem facilmente cultivadas em laboratório e sobre as quais há um grande conjunto de dados publicados (BOITEAU, 2011).

Além das minhocas existem outros insetos encontrados em abundancia na superfície dos solos, os colêmbolos. Esses organismos fazem parte da fauna do solo,

alimentando-se de fungos ou algas, contribuindo indiretamente nos processos de decomposição e servindo de alimento a outros organismos. Os colêmbolos são capazes de sentirem o efeito da presença de contaminantes no solo. A espécie cosmopolita *Folsomia candida* é o organismo padronizado para os ensaios de ecotoxicidade propostos pela ABNT/ISO 11267-2 (ABNT, 2009) por ser uma espécie com ampla distribuição, facilmente cultivável em laboratório, e cuja sensibilidade já foi demonstrada por vários estudos (BOITEAU, 2011).

A contaminação dos solos do Brasil vem crescendo, isso devido à falta de estudos e gerenciamentos dos resíduos industriais ou de uso agrícola produzidos e aplicados nos solos. Para avaliar o grau da contaminação, são utilizadas técnicas com auxílio de químicos. Porém tem-se utilizado organismos bioindicadores, sendo considerada uma prática eficaz, de baixo custo e não poluidora. Esses métodos com organismos podem dar uma resposta mais precisa da contaminação, que muitas vezes o método químico não seria capaz de fornecer (SISINNO, 2006). Por isso este projeto utilizará tais procedimentos para a avaliação do efeito da aplicação de cinzas nos solos da região de Curitiba SC.

3.7. Avaliação ecotoxicológica

Ensaio de reprodução com minhocas e colêmbolos estão bem estabelecidos através de protocolos internacionais (ISO 11268-2:1998; ISO 11267:1999) e normas ABNT (NBR ISO 11267) partindo de um conhecimento já publicado sobre o efeito dos contaminantes sobre as espécies usadas nos ensaios (o colêmbolo *Folsomia candida* e as minhocas *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida*).

As minhocas da espécie *Eisenia andrei* trabalham a vermicompostagem de restos orgânicos. Apresentam uma rápida reprodução tanto em campo como em laboratório. Sua sensibilidade é igual ou superior às das outras espécies, porém não existe um fator de comparação (ABNT, 2011).

O ensaio de reprodução de minhocas é baseado na ABNT/ISO 11268-2, onde as minhocas são expostas simultaneamente às amostras (solo controle) e (solo com as doses de cinzas ou potencialmente nocivo).

A reprodução e testes de fuga de minhocas foram utilizados por Segat (2012) e Maccari (2014) em avaliações com dejetos de suínos. A metodologia demonstrou-se eficiente na determinação da toxicidade nos diferentes solos onde foram estudados.

4. HIPÓTESES

- Diferentes doses de aplicação de cinza terão diferentes efeitos sobre a cultura a ser estudada e sobre a biota do solo;
- A partir da análise detalhada da composição química da cinza e dos seus efeitos para plantas de feijão e invertebrados, será possível recomendar doses adequadas para a cultura, dessa forma maximizando a produtividade e evitando problemas ambientais.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Geral

Estudar a utilização de cinzas de biomassa florestal em diferentes doses, avaliando seus efeitos para plantas de feijão e para os invertebrados do solo.

5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a composição química da cinza de biomassa florestal;
- Investigar os efeitos na biologia do solo e sua influência no crescimento de plantas;
- Identificar doses adequadas da cinza a serem aplicadas nos solos de Curitiba para a cultura do feijão.

6. METODOLOGIA

6.1. Fonte do material utilizado

O material a ser utilizado será adquirido da empresa BERNECK S.A. Painéis e Serrados, instalada a 7 km da cidade. O material utilizado para a geração da cinza é proveniente da queima de *Pinus* com idades e partes de plantas variadas.

6.2. Caracterização físico-química da cinza

A caracterização físico-química da cinza será realizada com base no trabalho de (SILVA, 2008), onde serão analisados diferentes elementos químicos, assim como os valores de pH e umidade, conforme estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Representação dos diferentes elementos e características a serem avaliadas na composição das cinzas, e as metodologias utilizadas na determinação.

Elementos	(Unidade)	Metodologia	Limite de detecção
pH		Potenciometria	
Carbono orgânico -	(%)		
Nitrogênio (TKN) -	(%)	Kjeldahl	0,01 %
Fósforo -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Potássio -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Cálcio -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Magnésio -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Enxofre -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Cobre -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,6 mg kg ⁻¹
Zinco -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	2 mg kg ⁻¹
Ferro -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,04 %
Manganês -	(%)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,04 %
Sódio -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,01 %
Cádmio -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,2 mg kg ⁻¹
Cromo -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,4 mg kg ⁻¹
Níquel -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	0,4 mg kg ⁻¹
Chumbo -	(mg kg ⁻¹)	Digestão nítrico-P/ ICP-OES	2 mg kg ⁻¹
Umidade	(%)	Gravimetria	

Fonte: Adaptado de SILVA, 2008.

As análises físico-químicas para caracterização das cinzas serão realizadas por laboratório terceirizado. Os dados obtidos serão utilizados na interpretação dos resultados.

6.3. Experimento em casa de vegetação

O experimento para avaliar os efeitos da cinza sobre a produtividade vegetal será realizado na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, no decorrer do ano de 2015, em casa de vegetação. Antes da implantação do experimento será realizada a análise do solo, em laboratório credenciado pela Rede Oficial de Laboratórios da Região Sul (ROLAS).

O experimento será realizado em vasos de 8 litros, usando o horizonte superficial de um Cambissolo Húmico Distrófico léptico (SANTOS et al., 2013). Serão avaliados os efeitos para a espécie de feijão (*Phaseolus vulgaris*).

O delineamento será inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos serão: Tratamentos T1 (Testemunha): solo sem adição de cinza, T2: 5 t ha⁻¹, T3: 10 t ha⁻¹, T4: 20 t ha⁻¹, T5: 40 t ha⁻¹ e T6: 80 t ha⁻¹.

As sementes serão adquiridas nas casas agropecuárias de Curitibanos. Primeiramente serão semeadas três sementes por vaso, a fim de garantir que o experimento não seja comprometido por falta de plantas caso alguma semente não germine. Após o estabelecimento da cultura, será feito o desbaste deixando somente uma planta por vaso contendo as respectivas doses e o solo controle. A irrigação será feita de forma automática, diariamente, de forma a manter o solo na capacidade de campo através do sistema de microaspersão, bem como outros fatores como luminosidade e temperatura serão mantidos constantes. O controle de pragas e doenças preventivamente.

As avaliações serão feitas semanalmente, onde serão analisados: o número de folhas, a altura das plantas e o número de vagens. O peso das vagens, o peso dos grãos por vagem e o peso de 100 grãos serão avaliados em laboratório ao final do ciclo. Para a pesagem, será utilizada balança semi-analítica. Para as medições de altura, será utilizada régua graduada.

6.4. Experimento em campo

O experimento a campo será desenvolvido na área didática da Universidade, localizada ao lado do Campus, com latitude 27°17'05", longitude 50°32'04" e altitude

de 1046 m. O clima da região é caracterizado segundo Köppen tipo Cfb - clima temperado quente. O solo é caracterizado como Cambissolo Húmico Distrófico léptico (SANTOS et al., 2013), sendo o mesmo utilizado nos ensaios em casa de vegetação.

O delineamento experimental será o inteiramente casualizado, com seis tratamentos de cinza vegetal: T1 (Controle): solo sem adição de cinza 0 t ha^{-1} , T2: 5 t ha^{-1} , T3: 10 t ha^{-1} , T4: 20 t ha^{-1} , T5: 40 t ha^{-1} e T6: 80 t ha^{-1} , com cinco repetições. Na avaliação da espécie (*Phaseolus vulgaris*) as variáveis a serem analisadas seguirão o mesmo procedimento descrito acima realizado em casa de vegetação.

Serão 18 canteiros de 4x3 metros totalizando 12 m^2 cada, com 6 linhas, sendo cada linha uma repetição, totalizando uma área de 252 m^2 . O espaçamento utilizado para a cultura do feijão entre as fileiras será de 0,40 a 0,60 m e de 10 a 15 plantas por metro linear (MAPA, 2014). Os canteiros receberão os mesmos tipos de tratos culturais, relativos à irrigação e controle de plantas invasoras.

Para avaliar o efeito das cinzas na produção do feijão, serão considerados os parâmetros: número de folhas, número de vagens, peso das vagens, peso dos grãos por vagem, peso de 100 grãos e altura das plantas, que nortearão a dose de maior produtividade no solo.

6.5. Análises estatísticas

O peso e número de grãos por tratamentos será comparado com o controle usando-se a Análise de Variância (ANOVA) seguida do teste de comparações múltiplas de Dunnet ($p < 0,05$).

Os dados obtidos serão comparados com outros trabalhos de pesquisa com cinzas e, de posse dos resultados, poderão ser efetuadas mais pesquisas para futuramente ser publicado um manual para uso das cinzas nos solos característicos da região de Curitiba.

6.6. Caracterização ecotoxicológica das cinzas

As doses de cinza usadas no experimento da casa de vegetação serão avaliadas em ensaios de ecotoxicidade laboratoriais com a utilização de minhocas e colêmbolos,

buscando avaliar-se os possíveis efeitos sobre os invertebrados do solo. As avaliações constarão de ensaios de fuga e de reprodução.

Os ensaios de fuga seguirão as recomendações das normas ABNT 17512-1 (2011) para minhocas da espécie *Eisenia andrei*, e ISO 17512-2 (2011) para colêmbolos da espécie *Folsomia candida*. A fuga é caracterizado por dar respostas sobre a qualidade do solo, baseando-se nos resultados de concentrações subletais.

Os recipientes utilizados serão retangulares ou circulares, plásticos, com capacidade média de 1L a 2L com 200 cm² de área para as minhocas, ou recipientes com capacidade para 225 mL para os colêmbolos. Os recipientes devem permitir as trocas gasosas entre o meio e a atmosfera, tendo acesso à luz, onde a tampa deve conter furos e ser fixada ao recipiente com fita adesiva.

As amostras serão colocadas no mesmo recipiente, separado apenas com uma divisória entre o solo controle e o solo com cinza. Após a colocação dos solos, a divisória é retirada e 10 organismos são colocados para os 5 diferentes tipos de tratamentos, utilizando sempre o solo controle para as avaliações. Serão feitas 5 repetições para cada tratamento com minhocas das espécies *Eisenia andrei*. Após 48 horas, será reinserida a divisória no centro da caixa e realizada a contagem dos organismos presentes em cada lado do recipiente-teste. Será considerada tóxica a amostra que apresentar 80% dos organismos no solo controle, indicando que houve fuga do solo com a cinza (SISINNO, 2006).

Para o ensaio de reprodução com minhocas, serão usados organismos clitelados, com idade de dois meses a um ano, com peso médio entre 250mg a 600mg. A avaliação da reprodução de minhocas da espécie *E. andrei* será realizada em conjunto com o experimento da casa de vegetação (descrito no item 8.2). Em cada vaso, serão adicionadas 10 minhocas ao início do experimento. Ao final do período de exposição, serão avaliados o número de juvenis obtidos e o número de casulos. O número de juvenis dos tratamentos será comparado com o controle usando-se a Análise de Variância (ANOVA) seguida do teste de comparações múltiplas de Dunnet ($p < 0,05$), verificando se a aplicação das diferentes doses das cinzas causam algum efeito sobre a reprodução das minhocas. Todo esse procedimento será adaptado da norma ISO 11.268 (ISO, 1998).

A reprodução dos colêmbolos da espécie *Folsomia candida* seguirá a norma ABNT/ISO 11267 (ABNT, 2009). Para cada tratamento serão realizadas seis replicatas. Dez colêmbolos com idade entre 10 e 12 dias serão incubados dentro de cada replicata até que os juvenis eclodam dos ovos gerados, sendo determinado o número de juvenis (F1). Normalmente os juvenis eclodem após 28 dias em experimentos-controle. O número de juvenis dos tratamentos será comparado com o controle usando-se a Análise de Variância (ANOVA) seguida do teste de comparações múltiplas de Dunnet ($p < 0,05$), verificando se a aplicação das diferentes doses das cinzas causam algum efeito sobre a reprodução dos colêmbolos.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Com o desenvolvimento deste projeto, espera-se ser possível analisar-se os dados iniciais da melhor dose a ser utilizada na cultura do feijão, desse modo possibilitando auxiliar os produtores na aplicação correta desse resíduo, garantindo a redução do custo de produção, por meio da redução da compra de fertilizantes minerais, mais caros, além de proporcionar o destino adequado para as cinzas, evitando danos ambientais por seu uso no solo com doses inadequadas. Tal trabalho abrirá um leque de oportunidades de maiores pesquisas futuras, com vistas a obter-se uma certificação científica a respeito do uso da cinza com relação a seus efeitos na produtividade das plantas e nos organismos invertebrados do solo.

8. CRONOGRAMA

Quadro 1: Cronograma de atividades a serem desenvolvidas.

Atividades a desenvolver	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Obtenção de cinzas	x											
Obtenção de insumos e materiais de consumo	x											
Coleta de amostras de solo	x	x										
Preparo dos canteiros, incorporação da cinza	x	x										
Implantação do experimento a campo		x										
Implantação do experimento na casa de vegetação e inserção dos invertebrados		x										
Desbaste das plantas de feijão			x									
Realização dos ensaios de ecotoxicidade em laboratório				x	x							
Avaliações e coleta dos dados			x	x	x	x						
Colheita							x					
Processamento dos dados							x	x				
Análise estatística										x	x	
Relatório final Publicação dos resultados												x

9. ORÇAMENTO

Quadro 2: Descrição detalhada dos materiais a serem utilizados.

Descrição	Qtidade. (un.)	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
MATERIAL PERMANENTE			
Balança semi-analítica	1 un	1.500,00	1.500,00
Regadores	4 un	10,00	40,00
Pranchetas	3 un	5,00	15,00
Enxadas	2 un	20,00	20,00
Baldes	3 un	15,00	15,00
Subtotal			1.590,00
MATERIAL DE CONSUMO			
Sementes de feijão	5 kg	5,00	25,00
Vasos	40 un	2,50	100,00
Embalagens (sacos e potes plásticos)	200 un	2,00	400,00
Luvras de silicone	100 pares	0,20	20,00
Subtotal			545,00
SERVIÇO DE TERCEIROS			
Serviços de análise de solo	4	30,00	120,00
Serviços de análises das cinzas	1	200,00	200,00
Subtotal			320,00
TOTAL GERAL			2.455,00

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 17512-1. Qualidade do Solo — Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento Parte 1: Ensaio com minhocas (*Eisenia fetida* *Eisenia andrei*). 2011.

ABNT NBR ISO 11267-2. Qualidade do solo – Inibição da reprodução de Collembola (*Folsomia candida*) por poluentes do solo 2009.

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; FONTANA, E. C.; COSTA, F. S.; RECH, T. D. Propriedades físicas e químicas de solos incubados com resíduo alcalino da indústria de celulose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1065-1073, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário Estatístico ABRAF 2013**. Brasília, 2013.

BATISTA, J. S. **Etapas do processo produtivo da empresa Berneck S.A. Painéis e Serrados**. 2014. 55 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Curitibanos.

BACKES, R. L.; NICKNICH, W.; HEMP, S.; BALBINOT, A. A. J.; HOFES, A.; GUIDOLIN, A. F.; ARRUDA, B.; ZOLDAN, S. R. **Ensaio estadual de linhagens e cultivares de feijão em Santa Catarina: VCU – Safra 2010/2011**. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51620/1/fejao1-2-rogerio-luiz-backes.pdf>>. Acesso em: 04 de novembro de 2014.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. C. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 99-106, 1998.

BOITEAU, G., LYNCH, D.H., MACKINLEY, P. Avoidance tests with *Folsomia candida* for the assessment of copper contamination in agricultural soils. **Environmental Pollution**, 159, 903-906, 2011.

BORLINI, M. C.; SALES, H. F.; VIEIRA, C. M. F.; CONTE, R. A.; PINATTI, D. G.; MONTEIRO, S. N. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha. Parte I: características da cinza. **Cerâmica**, v. 51, p. 192-196, 2005.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **No acumulado de 2013, produção de celulose cresce 5,3% e a de papel, 1,8%**. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/680>>. Acesso em: 24 de setembro de 2014.

CANHOS, V. P.; COUTINHO, H. L. C.; VAZOLLER, R. **Microrganismos e biodiversidade de solos**. 1998. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Microrganismos e Biodiversidade de solos.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Microrganismos_e_Biodiversidade_de_solos.pdf)>. Acesso em: 19 de outubro de 2014.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO – CTSBF. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na região Sul brasileira**. 2 ed. Florianópolis: Epagri, 2002. 157p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/plantio.htm#eps>>. Acesso em: 05 de novembro de 2014.

ETIEGNI, L.; CAMPBELL, A. G. Physical and chemical characteristics of Wood ash. **Bioresource Technology**, Amsterdam., v. 37, n. 2, p. 173-178, 1991.

HORTA, C.; LUPI, S.; ANJOS, O.; ALMEIDA, J. Avaliação do potencial fertilizante de dois resíduos da indústria florestal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, p. 147-159.

ISO (1998). Soil quality - Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*). Part 2: Determination of effects on reproduction. ISO 11268-2. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO (2007a). Soil quality – Avoidance test for testing the quality of soils and the toxicity of chemicals – Test with earthworms (*Eisenia fetida*). ISO 17512-1. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO (2007b). Soil quality – Avoidance test for testing the quality of soils and effects of chemicals – Part 2: Test with collembolans (*Folsomia candida*) ISO Draft 17512-2. International Organization for Standardization, Geneva.

LIMA, R. L. S.; SOARES S. L.; BELTRÃO, N. E. M.; FERREIRA, G. B. **Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido**. 2006. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/023.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2014.

MACCARI, A. P. **Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios ecotoxicológicos em solos do estado de Santa Catarina**. 2014. 135 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 43-52, 2008.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; SANTANA, D. L. Q.; SALDANHA, I. A. A.; DEDECEK, R. A.; LIMA, E. A. **Cinza de biomassa florestal como insumo**

para plantio de *Pinus taeda* Cambissolo e Latossolo em Vargem Bonita, SC. Comunicado técnico; n. 187. Colombo, PR: Embrapa, 2007.

MARTINS, F. M. **Caracterização Química e Mineralógica de Resíduos Sólidos Industriais Mineraiis do Estado do Paraná**. 2006. 158 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.

MEDEIROS, J. C. Resíduo Alcalino da Indústria de Papel e Celulose na Correção da Acidez de um Cambissolo Húmico Álico. 2008. 83 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Feijão: Safra**.2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>>. Acesso em: 04 de novembro de 2014.

MORO, L.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da "cinza" de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **IPEF**, Piracicaba, n. 48/49, p. 18-27, 1995.

OSAKI, F. M. R.; DAROLT, M. R. Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba. **Revista Setor Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 197-205, 1991.

OSTERAS, A. H.; SUNNERDAHL, I.; GREGER, M. The Impact of wood ash and Green Liquor Dregs Application on Ca, Cu, Zn and Cd Contents in Bark and Wood of Norway Spruce. **Water, Air, and Soil Pollution**, n. 166, p. 17-29, 2005.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Insumos são responsáveis pelo alto custo da produção agrícola: O aumento no preço dos insumos agrícolas elevou o custo de produção das principais culturas de Mato Grosso na Safra 12/13**. 2011. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/insumos-so-responsveis-pelo-alto-custo-da-produo-agrcola-20754>>. Acesso em: 27 de setembro de 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTANA, W. M. S. **Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. Urophylla* com enfoque energético**. 2009. 91 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras.

SEGAT, J. C. **Avaliação Ecotoxicológica do uso de dejetos de suínos em solos de Santa Catarina**. 2012. 129 p. (Dissertação de Mestrado) - Curso de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba.

SISINNO, C. L. S.; BULUS, M. R. M.; RIZZO, A. C.; MOREIRA, J. C. Ensaio de comportamento com minhocas (*Eisenia fetida*) para avaliação de áreas contaminadas: resultados preliminares para contaminação por hidrocarbonetos. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol**, v. 1, n. 2, p. 137-140, 2006.

SILVA, F. R. **Cinza de biomassa florestal: efeitos nos atributos de solos ácidos e na cultura do eucalipto**. 2008. 67 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages.

SOFIATI, V.; LIMA, R. L. S.; GLODFARB, M.; BELTRÃO, N. E. M. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 23-41, 2007.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, A. A. Variações nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 867-874, 2003.