



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

**PAOLA CRISTINE PEREIRA DA CRUZ**

**UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO COMO COMPONENTE DE  
SUBSTRATO PARA O CULTIVO DE *Tagetes erecta*.**

**CURITIBANOS**

**Junho/2015**

PAOLA CRISTINE PEREIRA DA CRUZ

UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO  
PARA O CULTIVO DE *Tagetes erecta*.

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do curso de Ciências Rurais, ministrado pelos professores Antônio Lunardi e Joni Stolberg.

**CURITIBANOS**

**Junho/2015**

## RESUMO

Uma das atividades necessárias para diminuir o impacto negativo das atividades humanas se refere à coleta e ao tratamento de esgoto. No entanto, este processo resulta em subprodutos sólidos, entre eles o lodo de esgoto, que devem ser dispostos de forma adequada. A utilização agrícola tem-se mostrado uma alternativa viável para sua disposição final, tendo em vista o potencial fertilizante e condicionador das propriedades físicas e químicas do solo, devendo considerar a concentração de metais pesados e patógenos presentes. Considerando que um dos setores agrícolas que mais cresce é o da floricultura, ainda é escasso o conhecimento técnico no que diz respeito ao melhor tipo de substrato para o desenvolvimento das plantas. Dentre essas culturas a espécie *Tagetes erecta* L., da família Asteraceae, conhecida popularmente por “cravo de defunto”, encontra-se como um dos mais comercializados, principalmente por seu potencial de uso variado. Diante desses dados o presente estudo objetivou avaliar o crescimento de *Tagetes erecta* em substratos à base de lodo de esgoto e comparar o desempenho em relação ao substrato comercial. O trabalho será realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, o delineamento experimental será inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. A *Tagetes erecta*, cultivada em vasos, receberá os seguintes tratamentos: 100% (testemunha), 75%, 50%, 25% e 15% de substrato comercial para espécies ornamentais, contendo 0%, 25%, 50%, 75% e 85% de lodo de esgoto, respectivamente. Serão realizadas avaliações de germinação, sobrevivência, altura das plantas, número de folhas e flores, comprimento da raiz, massa fresca e seca da parte aérea. Espera-se verificar a viabilidade do crescimento da *Tagetes erecta*, a partir da utilização do lodo de esgoto como componente de substrato, de modo a encontrar uma alternativa de uso para este resíduo.

**Palavras chave:** lodo de esgoto, *Tagetes erecta*, substrato.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2.JUSTIFICATIVA .....	2
3.REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3.1.Tratamento do lodo de esgoto.....	3
3.2. Composição do lodo de esgoto .....	4
3.3. O uso do lodo de esgoto como substrato .....	5
3.4. <i>Tagetes erecta</i> .....	8
3.5. O uso do lodo de esgoto como substrato para plantas ornamentais.....	9
4.HIPÓTESE .....	10
5.OBJETIVOS.....	10
5.1.Geral.....	10
5.2.Específicos .....	11
6.METODOLOGIA.....	11
6.1.Caracterização do lodo de esgoto .....	11
6.2.Delineamento do experimento .....	12
6.3 Avaliações de crescimento.....	12
7.RESULTADOS ESPERADOS .....	13
8.CRONOGRAMA .....	14
9.ORÇAMENTO.....	15
10.REFERÊNCIAS .....	16

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de diminuir os impactos negativos das atividades humanas sobre o meio ambiente, cada vez maiores devido ao crescimento populacional tem também, se estendido ao gerenciamento e disposição de resíduos urbanos. Uma das atividades necessárias para diminuir este impacto se refere a coleta e ao tratamento de esgoto. No entanto, este processo resulta em subprodutos sólidos, entre eles o lodo de esgoto ( ou biossólido) que são passivos ambientais e devem ser dispostos de forma adequada (SPERLING; ANDREOLI, 2001).

A estabilização e higienização do lodo através de compostagem bem conduzida pode apresentar alta eficiência na eliminação de micro patógenos e, com isso pode ser obtido um produto final de alta qualidade agrônômica (AISSE et al., 2001). Em agosto de 2006, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 375, determinou uma metodologia que: define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006). A resolução recomenda para quais espécies utilizar e determina concentrações limite de metais e as cargas cumulativas máximas permitidas para a aplicação em solos agrícolas.

Contudo, a utilização agrícola se tem mostrado uma alternativa bastante viável, tendo em vista o potencial fertilizante e condicionador das propriedades físicas e químicas do solo, apresentado por este resíduo orgânico (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). A matéria orgânica, que pode ser fornecida às mudas por meio da utilização do lodo de esgoto, atua como um dos principais componentes dos substratos, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes para a formação das mudas (CORDELL; FILER JUNIOR, 1984; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011; TRAZZI et al., 2010).

Um dos setores agrícolas que mais cresce é o da floricultura. Porém, o conhecimento técnico para a maioria dessas culturas ainda é escasso, principalmente no que diz respeito ao tipo de substrato a ser utilizado na produção das mudas. Dentre essas culturas o gênero *Tagetes* encontra-se como um dos mais comercializados, principalmente pela sua beleza e precocidade (ARAÚJO; CARVALHO; RAMOS, 2006).

No Brasil, a espécie *Tagetes erecta* L., da família Asteraceae, é conhecida popularmente por “cravo de defunto”, seu potencial de uso é variado, podendo ser utilizado tanto no combate a nematóides como em suas propriedades medicinais. A planta é uma erva ramosa de folhas opostas ou alternadas, profundamente dilaceradas e aromáticas. Apresenta capítulos grandes de pedúnculos intumescidos no ápice, solitários e multifloros. Aquênio linear multiestriado com sementes pretas. Há variedades de flores dobradas, grandes, até sete centímetros de diâmetro, cor amarela-citrino e amarelo-enxofre (BRAGA, 1976).

Considerando-se o potencial de utilização do lodo no âmbito agrícola, o presente estudo objetivou avaliar o crescimento de *Tagetes erecta* em substratos à base de lodo de esgoto e comparar o desempenho em relação a outras composições de substratos.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Segundo Pegorini (2002), a disposição final do lodo de esgoto vem se caracterizando como um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade, e que cresce diariamente tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, reflexo da ampliação das redes de coleta e incremento dos níveis de tratamento. A destinação do lodo que é gerado nas Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs é um grande problema ambiental para as empresas de saneamento. Uma das alternativas viáveis para a disposição deste resíduo é seu uso como componente de substratos para o cultivo de mudas, tendo em vista a economia de fertilizantes que este material proporciona, além dos benefícios ambientais (MORAIS et al., 1996; GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

Pela facilidade de cultivo, por apresentar resistência à salinidade e a outras condições adversas, a *Tagetes sp.* é muito utilizada em cultivo rotacionado, sistemas múltiplos e culturas consorciadas (VASUDEVAN, 1997). A exemplo disto, a manutenção de linhas de cravo-de-defunto próximas ao cultivo de cebola, promovem maior riqueza e diversidade de artrópodes, bem como maior número de entomófagos, resultando em menor presença de fitófagos nas plantas, auxiliando na regulação natural das pragas da cultura (SILVEIRA, 2009). Além disso, seu extrato é utilizado contra *Aedes fluviatilis* e das pétalas é extraída a luteína, usada como corante natural para rações de aves.

Buscando conciliar o benefício ambiental para uma destinação sustentável do lodo de esgoto, uma possível economia na adubação e os benefícios que a espécie pode trazer, é de grande importância o estudo da análise do potencial de utilização do lodo de esgoto para a produção de plantas ornamentais, como a *Tagetes erecta*.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### ***3.1. Tratamento do lodo de esgoto***

A necessidade de diminuir os impactos negativos das atividades humanas sobre o meio ambiente, cada vez maiores devido ao crescimento populacional tem também se estendido ao gerenciamento e disposição de resíduos urbanos. Uma das atividades necessárias para diminuir este impacto se refere à coleta e ao tratamento de esgoto (SPERLING; ANDREOLI, 2001). A maioria das cidades brasileiras não apresentam rede de coleta de esgotos e/ou estações de tratamento dos mesmos, segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, 92% da população urbana tem água encanada, 25% tem rede de coleta de esgotos, e apenas 12% possui sistemas de tratamento do esgoto (PIRES, 2006).

O funcionamento de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) compreende basicamente as seguintes etapas: pré-tratamento (gradeamento e desarenação), tratamento primário (floculação e sedimentação), tratamento secundário (processos biológicos de oxidação), tratamento do lodo e tratamento terciário (polimento da água) (SILVA, 2010). Os esgotos sanitários são considerados tratados quando recebem, antes de serem lançados nos cursos de águas receptores, pelo menos o tratamento secundário, que consiste em remover o material grosseiro, da matéria orgânica particulada e de parte da matéria orgânica dissolvida do efluente (IBGE, 2004), basicamente separando a fração sólida da líquida.

Usualmente o tratamento do lodo, após a sua geração, inclui uma ou mais das seguintes etapas: adensamento, redução de umidade (redução de volume), estabilização, redução de matéria orgânica (redução de sólidos voláteis), condicionamento, preparação para a desidratação (principalmente mecânica), desidratação, redução adicional de

umidade (redução de volume) e disposição final, destinação final dos subprodutos (CASSINI; VAZOLLER; PINTO, 2003).

No processo de tratamento de esgotos em uma estação de tratamento convencional de nível secundário, o lodo gerado ainda detém uma grande quantidade de água. Dessa forma, o adensamento do lodo proveniente das unidades de tratamento da fase líquida consiste no aumento da concentração de sólidos nele contidos, por meio da remoção parcial da quantidade de água que caracteriza o seu grau de umidade (JORDÃO; PESSÔA, 2005). As alternativas mais comuns para o adensamento do lodo são, respectivamente, adensamento por gravidade e adensamento por flotação com ar dissolvido. (ROSARIO, 2009).

A estabilização de lodos de esgoto envolve processos físicos, químicos e biológicos. No processo de reciclagem agrícola objetiva a atenuação ou eliminação de algumas características negativas do lodo, principalmente o odor e a atração de insetos. Também pela concentração de patógenos, porém, este, pode ser controlado pela desinfecção (LARA et al., 1999) A estabilização do lodo se dá através dos seguintes processos: digestão aeróbia, digestão anaeróbia, compostagem, estabilização química e estabilização térmica (LUDUVICE, 2001).

O condicionamento, por sua vez, é um processo utilizado para melhorar as características de separação das fases sólido-líquida do lodo. É realizado através de meios físicos ou químicos (ALEM SOBRINHO, 2001). E a desidratação é a etapa na qual é feita a remoção de umidade do lodo, com o uso de equipamentos tais como: centrífuga, filtro prensa ou belt press (SILVA, 2010).

Existem várias alternativas tecnicamente aceitáveis para o tratamento e disposição final do lodo de esgoto, a mais comum envolve a digestão anaeróbia. (FERREIRA; ANDREOLI; JÜRGENSEN, 1999). Dentre as diversas formas estão a incineração, disposição em oceanos, reutilização industrial, aterramento sanitário e, principalmente, a utilização no meio agrícola e florestal (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

### ***3.2 Composição do lodo de esgoto***

Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) geram, ao final do processo, um subproduto denominado lodo de esgoto. Trata-se de um resíduo urbano, de caráter predominantemente orgânico, semissólido, com variáveis teores de componentes inorgânicos, obtido do tratamento de águas residuais (CASSINI, 2003). Sua composição média aponta para uma mistura de água (99,9%) e sólidos (0,1%), sendo que do total de sólidos, 70% são orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras, etc.) e 30% inorgânicos (areia, sais, metais, etc) (ANDREOLI, 1999). Em relação aos nutrientes um lodo de esgoto típico apresenta em torno de 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, onde apenas cerca de 30 a 50 % do N total esteja na forma prontamente aproveitável pelas plantas no primeiro ano; 2% de fósforo e os demais macro (Mg, S e Ca) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Zn, Mo, Cl, Co, Si, Mn), com ausência do potássio (MUNHOZ, 2001).

Apesar desse sólido ser rico em matéria orgânica, macro e micronutrientes, ele ainda pode concentrar grande parte de contaminantes e organismos patogênicos, contidos no esgoto bruto (MELO, 2006). Dentre eles os metais pesados, que representam um grupo de poluentes que requer um tratamento especial, pois não são degradados biologicamente ou quimicamente de forma natural, principalmente em ambientes terrestres e em sedimentos aquáticos (JORDÃO; PESSOA, 1995).

Os lodos diferem consideravelmente, tal que duas estações de tratamento de esgotos não produzem um lodo de mesmas características, de forma que não há uma solução geral para todas as situações. Sua qualidade se modifica com o uso indiscriminado de diversos produtos químicos da sociedade moderna, que certamente serão lançados nas redes coletoras de esgoto e por consequência boa parte estará presente no lodo (SANTOS, 1996). Portanto, de acordo com Bettioli (2004), a composição química do lodo de esgoto pode variar em função do local de origem (residências, indústrias), da época do ano e do sistema de tratamento empregado.

### ***3.3 O uso do lodo de esgoto como substrato***

O substrato deve garantir por meio de sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular da planta, do suprimento de água e nutrientes pela fase líquida e oxigênio e transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo pela fase gasosa (LAMAIRE, 1995; MINAMI; PUCHALA, 2000). Na escolha de um substrato, deve-se observar, principalmente, as características físicas e químicas, a espécie a ser

plantada, além dos aspectos econômicos, que são: baixo custo e grande disponibilidade (FONSECA et al., 2002).

No passado, o solo era utilizado como o principal substrato para a produção de mudas o qual, por sua vez, é o resultado da interação entre processos físicos, químicos e biológicos na rocha matriz. Novas tecnologias foram sendo aplicadas para garantir maior qualidade na produção de mudas; com isto, o solo foi perdendo seu espaço para substratos alternativos, como lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada e in natura, esterco animal, vermicomposto e fibra de coco (CALDEIRA et al., 2008; SAIDELLES et al., 2009; TRAZZI et al., 2012). Além disso, é sempre aconselhável utilizar componentes de um substrato em forma de mistura, já que os mesmos podem apresentar características indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (CALDEIRA et al. 2011). Se o custo dos substratos contribui para a elevação do preço final da muda produzida, por outro lado, a utilização de resíduos disponíveis regionalmente pode propiciar redução de custos e minimizar a poluição decorrente do acúmulo desses materiais no ambiente (FERMINO, 1996). Trabalhos feitos por Bezerra et al. (2006) e Araújo et al. (2009), mostram que alguns resíduos orgânicos regionais têm atuado na melhoria das propriedades físicas e químicas dos substratos mais do que alguns substratos comerciais, favorecendo o desenvolvimento destas espécies.

Por ser considerado excelente fornecedor de matéria orgânica, o lodo de esgoto é capaz de melhorar as propriedades físicas e químicas do substrato (JORGE; CAMARGO; VALADARES, 1991). Um dos principais efeitos da matéria orgânica sobre os atributos físicos do solo está associado ao grau de agregação, que conseqüentemente, afeta a densidade, porosidade, aeração e a capacidade de retenção e infiltração de água (BARBOSA; TAVARES-FILHO; FONSECA, 2002).

Maia (1999) relata, em experimento utilizando lodo de esgoto, solo e casca de pinus, como substrato, que o uso de solo no substrato é dispensável e que o lodo de esgoto, por sua vez, não deve ser utilizado na forma pura, provavelmente devido à falta de porosidade, sendo aconselhada a sua utilização juntamente com um material poroso. Trigueiro e Guerrini (2003), em pesquisa utilizando lodo de esgoto para a produção de mudas de eucalipto, obtiveram uma economia de fertilizante na ordem de 64%. Guerrini & Trigueiro (2004) avaliaram as características químicas de substratos com diferentes doses de lodo de esgoto e de casca de arroz carbonizada e verificaram que a quantidade

de nutrientes no substrato aumentou com a elevação da percentagem de lodo de esgoto. Diversos trabalhos têm mostrado aumentos na produção de matéria seca e de grãos por espécies de interesse agrônômico cultivado em solos tratados com lodo de esgoto (DEFELIPO et al., 1991).

Contudo, o lodo de esgoto deve atender aos requisitos necessários quanto à concentração de metais pesados e patógenos (SILVA; RESCK; SHARMA, 2002). Em agosto de 2006, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 375, determinou uma metodologia que: define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006). A resolução determina as concentrações limite de metais, as cargas cumulativas máximas permitidas para a aplicação em solos agrícolas, presença de patógenos e as espécies para as quais o seu uso é recomendado. Os lotes de lodo de esgoto, por exemplo, para o uso agrícola, devem respeitar os limites máximos de concentração das Tabelas 1 e 2, apresentadas a seguir.

**Tabela 1.** Lodos de esgoto ou produto derivado – substâncias inorgânicas.

Substâncias Inorgânicas	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromio	1000
Merúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

**Tabela 2.** Classes de lodo de esgoto ou produto derivado – agentes patogênicos.

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentração de patógenos
A	Coliformes Termotolerantes <math>10^3</math> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos <math>0,25</math> ovo / g de ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST Vírus <math>0,25</math> UFP ou UFF / g de ST
B	Coliformes Termotolerantes <math>10^6</math> NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos <math>10</math> ovos / g de ST

ST: Sólidos Totais

NMP: Número Mais Provável

UFF: Unidade Formadora de Foco

UFP: Unidade Formadora de Placa

### 3.4. *Tagetes Erecta*

Gouin, citado por Sanderson (1980), refere-se à utilização do composto de lixo urbano, bem como do lodo de esgoto, como ideal para a produção de mudas ornamentais, uma vez que o mercado de flores vem alcançando grande destaque e importância para a economia nacional. Por não serem utilizadas na alimentação humana, estas plantas não oferecem risco à saúde, por ingestão eventual de metais pesados ou agentes infecciosos absorvidos do composto pelo sistema radicular. Além disso, a atividade floricultura pode ser praticada em pequenas áreas para o cultivo, permitindo o aproveitamento de áreas marginais da agricultura tradicional, podendo constituir uma fonte alternativa de renda para pequenos produtores localizados próximos aos centros consumidores (KÄMPF; BAJAK; JANK, 1990). Dentre as plantas ornamentais de maior consumo, devido a sua beleza, exotividade e fácil cultivo, destacam-se as espécies de pimenta ornamental, vinca e tagetes (ARAÚJO et al., 2009).

Pertencente à família Asteracea, a espécie *Tagetes erecta* L., conhecida popularmente por “cravo de defunto” é uma herbácea anual, ereta, originária do México, com 20-80 cm de altura (LORENZI, 2008). A planta é uma erva ramosa, com folhas opostas ou alternadas, profundamente dilaceradas e aromáticas. Apresenta capítulos grandes de pedúnculos intumescidos no ápice, solitários e multifloros. Aquênio linear multiestriado com sementes pretas. Há variedades de flores dobradas, grandes, até sete centímetros de diâmetro, cor amarela-citrino e amarelo-enxofre (BRAGA, 1976). Como acontece com os outros membros da família Asteraceae, o que vemos como uma única flor são, na realidade, muitas e podem ser classificadas de duas

formas: flores externas são inférteis e tem apenas função atrativa e as flores internas com função reprodutiva (GORSKI, 2014).

A planta apresenta inúmeras finalidades que vão desde o seu uso como ornamental, como no controle de pragas e doenças em plantas (OLIVEIRA, 1996). Foram verificadas atividades biológicas como inseticida, larvicida e bactericida (MACEDO et al., 1997; PATHAK et al., 2000; MAE SRI HARTATI et al., 1999). Recomenda-se o uso de *T. erecta* como cultura intercalada no combate aos fitonematóides, especialmente contra espécies de *Pratylenchus* e *Meloidogyne*. Também usada como repelente natural de pulgões, ácaros e algumas lagartas e a raiz possui propriedades inseticidas que a recomendam em plantio associado a certas espécies como proteção contra nematoides (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Além disso, a espécie também é utilizada na produção de carotenóides usados na alimentação de aves, como fonte de óleos essenciais (OLIVEIRA, 1996; LAWRENCE, 1985) e possui propriedades medicinais. Devido ao curto período necessário ao seu cultivo é convencionalmente desenvolvido como parte de um sistema de multicultivo, em rotação com outras espécies hortícolas. É também explorada como uma mistura de cultivos, nas bordaduras com outras plantas (ex: tomate) (VASUDEVAN; KASHYAP; SHARMA, 1997).

Pode ser cultivada sem restrições em qualquer região do território brasileiro. Multiplicam-se por sementes, que podem ser postas para germinar o ano todo, principalmente na primavera verão (LORENZI, 2008). Esta planta também tem alguma resistência à salinidade e a outras condições adversas, a espécie é uma planta pioneira útil em solos com baixa fertilidade (ARAUJO et al., 2006; FOY; WHEELER, 1979; GIRWANI et al., 1990; GOH; HAYNES, 1978; HUANG; COX, 1988). Tolerar várias condições de solo, mas o ideal é um solo fértil, rico em matéria orgânica e bem drenado, com um pH entre 6 e 7,5.

### ***3.5. Uso do lodo de esgoto como substrato para plantas ornamentais***

Dentre as pesquisas relacionadas à produção da *Tagetes erecta*, tem-se estudos do tipo de substrato e o recipiente utilizado para a prática, contudo ainda não encontrou-se uma recomendação específica para a mesma, sendo de grande importância novas pesquisas na área. Autores como Araújo et al. (2009) verificaram um maior

desenvolvimento em plantas de *Tagetes patula* cultivadas em bandeja com substratos formulados a partir de bagana de carnaúba. Já Bezerra et al. (2006) constatou a resposta na germinação e desenvolvimento de *Tagetes erecta* quando utilizados diferentes tipos de esterco e concentrações de pó de coco verde.

Quanto ao uso de lodo de esgoto na produção de plantas ornamentais Sanderson (1980) constatou a partir do cultivo com composto de lodo de esgoto uma redução no diâmetro de flores de vinca, porém Almeida et al., (2005) verificou que, à medida que a concentração de lodo aumenta, há uma melhora no desempenho desta planta até a concentração de 75% de lodo de esgoto. Em begônia e *Impatiens* cultivados em vaso, com substratos contendo composto de lodo de esgoto e resíduos de poda, verificou-se aumento linear na altura das plantas e produção de matéria seca (KLOCK-MOORE, 1999). Não foram registradas diferenças significativas na altura de plantas de Girassol cultivadas com doses crescentes de lodo de esgoto (DESCHAMPS; FAVARETTO, 1997). Por sua vez, D'Oliveira (2003) observou no cultivo de crisântemo em vaso, alturas semelhantes entre substratos à base de solo, vermiculita e condicionador orgânico contendo 16% de lodo de esgoto tratado em autoclave com o obtido com substrato comercial, contudo houve uma menor produção de matéria seca e fresca em resposta a doses crescentes de lodo de esgoto esterilizado.

#### **4. HIPÓTESE**

O composto do lodo de esgoto pode suprir as necessidades nutricionais de plantas ornamentais como *Tagetes erecta*, apresentando uma possível forma de reuso e destinação final do lodo resultante do processo de tratamento de esgoto.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1. Geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade do uso de lodo de esgoto como componente do substrato para o cultivo de plantas ornamentais.

## 5.2. Específico

- Caracterizar o lodo de esgoto quanto a composição química e presença de patógenos;
- Cultivar *Tagetes* em substratos com diferentes quantidades de lodo;
- Avaliar os parâmetros de crescimento para *Tagetes*;
- Comparar o desenvolvimento das plantas entre a utilização do substrato formado com lodo de esgoto pelos compostos e substratos comerciais.

## 6. METODOLOGIA

O presente projeto será desenvolvido em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. Serão testados cinco diferentes concentrações de substratos na produção de mudas de *Tagetes erecta* (cravo-de-defunto), dispostos em vasos de mesmo tamanho e tratamento, onde cada tratamento irá receber seis repetições. Tendo como base dos substratos o lodo de esgoto, será utilizado também substrato comercial para plantas ornamentais, como base de comparações.

### 6.1. Caracterização do lodo de esgoto

Para o preparo do substrato de cultivo será utilizado lodo de esgoto anaeróbico, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto do SAMAE, da cidade de Campos Novos e substrato comercial para plantas ornamentais, adquirida em loja agropecuária.

A caracterização do lodo de esgoto será feita por Química Pura Laboratório de Análises e Consultoria Ltda, localizada em Porto Alegre-RS, deve ser realizada a análise química do lodo para a determinação dos teores de substâncias orgânicas (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, benzenos clorados, fenóis clorados e não clorados, ésteres ftálicos e poluentes orgânicos persistentes), inorgânicas (arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio e zinco) e agentes patogênicos (coliformes termotolerantes, ovos viáveis de Helminths, *Salmonella* sp. e vírus entéricos), para demonstrar sua viabilidade para uso em ambientes agrícolas, exceto para culturas alimentícias, segundo resolução CONAMA – 375/2006 (BRASIL, 2006).

## 6.2. Delineamento do experimento

Os substratos serão preparados através da homogeneização manual, dispostos da seguinte forma:

T1: Substrato comercial para espécies ornamentais (testemunha);

T2: 75% Substrato comercial para espécies ornamentais + 25% lodo de esgoto;

T3: 50% Substrato comercial para espécies ornamentais + 50% lodo de esgoto;

T4: 25% Substrato comercial para espécies ornamentais + 75% lodo de esgoto;

T5: 15% Substrato comercial para espécies ornamentais + 85% lodo de esgoto.

Serão utilizados 30 vasos de plástico com capacidade para 2,5 litros de substrato. A semeadura de *Tagetes erecta* será feita colocando-se cerca de quatro sementes por vaso a uma profundidade de 0,5 cm. A germinação normalmente leva uma ou duas semanas, então será realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso, sendo este feito ao sétimo dia após a emergência. A irrigação será realizada manualmente, três vezes por semana, adicionando cerca de 300 mL ao vaso, de modo a evitar encharcamentos, as quais a espécie é pouco tolerante. O controle de ervas daninhas é aconselhável até o fechamento total da cultura (GILMAN; HOWE, 1999).

O delineamento experimental será inteiramente casualizado com cinco tratamentos (substratos) e seis repetições. Os resultados obtidos irão ser submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando pacotes estatísticos presentes na linguagem de programação em R.

## 6.4. Avaliações de crescimento

O experimento irá ser submetido a avaliações de crescimento das plantas de *Tagetes erecta*, iniciando pela percentagem de germinação, realizada ao 7º dia após início da emergência. Aos 21 dias serão realizadas a medição da altura das plantas (do colo até o meristema apical) e a contagem das folhas totalmente expandidas, os quais serão novamente avaliados ao fim do experimento. O número de flores, comprimento da raiz, taxa de sobrevivência, massa fresca da parte aérea, determinada a partir da pesagem das plântulas recém cortadas no colo e massa seca da parte aérea, determinada das plantas cortadas e secas em estufa a 65°C até peso constante, serão também aferidas no final do experimento.

## **7. RESULTADOS ESPERADOS**

A partir do presente projeto espera-se verificar a viabilidade do crescimento da *Tagetes erecta*, a partir da utilização do lodo de esgoto como componente de substrato, de modo a encontrar uma possível aplicação para este resíduo. O projeto também busca a viabilidade econômica da utilização do composto do lodo com o substrato comercial.

## 8. CRONOGRAMA

<b>CRONOGRAMA DO PROJETO (2015)</b>					
Atividades	<b>MÊS</b>				
	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Novembro</b>	<b>Dezembro</b>
Obtenção dos materiais (vasos, sementes, substrato, lodo de esgoto)	X	X			
Análise química das substâncias orgânicas, inorgânicas e agentes patogênicos do lodo de esgoto	X				
Implantação do experimento		X			
Tratos culturais (Desbaste, irrigação e controle de ervas)		X	X	X	
Colheita				X	
Análise de dados		X	X	X	X
Elaboração de resumos e artigo científico					X
Elaboração do relatório técnico final				X	X

## 9. ORÇAMENTO

Descrição	Qtidade.	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>MATERIAL PERMANENTE</b>			
Estufa de secagem com circulação de ar	1 un.	9.000,00	9.000,00
Paquímetro	1 un.	40,00	40,00
Balança semi-analítica	1 un.	6.000,00	6.000,00
<b>Subtotal</b>			<b>15.040,00</b>
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>			
Vasos plástico 2,5L	30 un.	1,78	53,40
Substrato comercial para plantas ornamentais	75 kg	50,00	50,00
Sementes de <i>Tagetes erecta</i>	6 pacotes	5,00	30,00
Ferramentas para o manejo da cultura	3 un.	25,00	75,00
<b>Subtotal</b>			<b>208,40</b>
<b>OUTRAS DESPESAS</b>			
Transporte para o lodo de esgoto tratado (Campos Novos a Curitiba)	1	200,00	200,00
Análise química do lodo de esgoto	1	2.311,50	2.311,50
Bolsas (2 bolsas x R\$ 450,00 x 12 meses)	2	450	10.800,00
<b>Subtotal</b>			<b>13.311,50</b>
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>28.559,90</b>

## 10. REFERÊNCIAS

AISSE, M.M.; FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P.; Aspectos tecnológicos e de Processos. In: ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de Biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR, Finep, 2001. cap. 2.

ALEM SOBRINHO, P. Tratamento de esgoto e produção de lodo. In: **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p. 7 – 40.

ALMEIDA, G. J. F.et al. Efeito do biossólido aplicado no plantio no desenvolvimento aéreo e radicular de espécies arbóreas In: **SIICUSP**, 13, 2005, Piracicaba. Esalq/USP, 2005. CD-Rom.

ANDREOLI, C. V. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura e sua influência em características ambientais no agrossistema**. 1999. 278 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

ARAÚJO, P.V.; CARVALHO, M. P.; RAMOS, M.D.L.R. **Um Porto de árvores**. Editora: campo Aberto, Porto, Portugal, 2006, 48p.

ARAÚJO, D.B., et al. Produção de mudas de Tagetes Patula em diferentes substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários. In: **Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos**. Fortaleza: EMBRAPA, 2009.

BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO,J.; FONSECA, I.C.B. **Avaliações de propriedades físicas de um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto por dois anos consecutivos**. Sanare, Curitiba, v.17, n.17, p.94-101, 2002.

BETTIOL, W.; FERNANDES, S.A.P. Efeito do lodo de esgoto na comunidade microbiana e atributos químicos do solo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**: São Paulo, 2004.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. .A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 25-36.

BEZERRA, F. C.; LIMA, A. V. R.; ARAÚJO, D. B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde. In: **Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas**, V, 2006, Ilhéus/BA, Anais... Ilhéus, 2006, v.1, p. 130;

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed. Fortaleza: Escola Superior de Agricultura de Mossoró. p. 214, 1976.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 375/2006, de 30 de agosto de 2006 – In: **Resoluções, 2006**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 09/05/2015.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**,v.9, p.27-33. 2008.

CALDEIRA, M. V. W. et al. **Principais tipos e componentes de substratos para produção de mudas de espécies florestais**. In: CALDEIRA, M. V. W. et al. (Eds.). Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 51-100.

CASSINI, S. T. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (BRASIL). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento de biogás**. Vitória: ABES, 2003. 196 p.

CASSINI, S. T.; VAZOLLER, R. F.; PINTO, M. T. Introdução. In: CASSINI, S. T. (Coord.). **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Prosab, 2003. p. 1-9.

CORDELL, C. E.; FILER JUNIOR, T. H. Integrated nursery pest management. In: LANTZ, C. W. (Org.). **Southern pine handbook**. Washington: USDA, 1984. p. 1-17.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ªed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

DEFELIPO, B. V. et al. Eficiência agronômica do lodo de esgoto proveniente de uma siderúrgica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, p. 389-393, 1991.

DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N. **Efeito do lodo complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura do feijoeiro e do girassol**. Sanare, 8:33-38, 1997.

D'OLIVEIRA, P.S. **Uso de lodo de esgoto submetido a diferentes processos de redução de patógenos na produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.)** Tese (Doutorado), UEM, Maringá, 2003. 158f.

FERMINO, M.H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos Hortícolas**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

FERREIRA, A. C. ; ANDREOLI, C. V. ; JURGENSEN, D. Produção e características dos bio-sólidos. In: PROSAB. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Curitiba: PROSAB, 1999. p.16-25.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FOY, C.D.; WHEELER, N.C. Adaptation of ornamental species to an acid soil high in exchangeable aluminium. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.104, n.6, p.762-767, 1979.

GILMAN, F.; HOWE, T. *Tagetes erecta*. Cooperative Extension Service. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, p. 1-3, 1999.

GIRWANI, A.; BABU, R.S.; CHANDRASEKHAR, R. Response of marigold (*Tagetes erecta*) to growth regulators and zinc. **Indian Journal of Agriculture and Science**, v.60, n.3, p.220-222, 1990.

GOH, K.M.; HAYNES, R.J. The growth of *Tagetes erecta*, *petunia hybrida nana compacta* and *myosotis alpestris* in a range of peat-based container media. **Communications in Soil Science, Plant Analysis**, v.9, n.5, p.357-373, 1978.

GORSKI, T.F. *Tagetes erecta*: cravo de defunto. Jardim de Caletéia. **Acervo botânico: plantas ornamentais**, 2014. Disponível em: <<http://faccar.com.br/acervo-botanico/tagetes-erecta-cravo-de-defunto/>>. Acesso em: 21/05/2015.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

HUANG, Z.T.; COX, D. Salinity effects on annual bedding plants in a peat – perlite medium and solution culture. **Journal of Plant Nutrition**, v.11, n.2, p.145-159, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores de desenvolvimento nacional: 2004, Rio de Janeiro, 2004.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3.ed., Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, 1995 – 681 p.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C. A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4 ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2005.

JORGE, J. A.; CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1991.

KÄMPF, E; BAJAK, E. & JANK, M. S. **O Brasil no mercado internacional de flores e plantas ornamentais**. Informe GEP/DESR, v.3, n.3, p.3-11, 1990.

KLOCK-MOORE, K.A. Bedding plant growth in greenhouse waste and biosolid compost. **HortTechnology**, Alexandria, v.9, n.2, p.210-213, 1999.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LAMAIRE F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae** 396: 273-284, 1995.

LARA, I. A. et al. Uso e Manejo do Lodo de Esgoto na Agricultura. SANEPAR/PROSAB. Curitiba, 1999. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/prosab/livros/uso\\_manejo\\_lodo\\_agricultura.pdf](http://www.finep.gov.br/prosab/livros/uso_manejo_lodo_agricultura.pdf)>. Acesso em: 07/05/2015.

LAWRENCE, B.M. A review of the world production of essential oils. *Perfumer and Flavorist*, v. 10, n. 5, p. 1-16, 1985.

LORENZI, H. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, 2008.

LUDUVICE, M. **Processos de estabilização de lodos. In: Lodos de Esgotos – Tratamento e Disposição Final**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 484p.

MACEDO, M. E. et al. Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, p. 565-570, 1997.

MAE SRI HARTATI, W.; WAHYUONO, S.; KRASANAH, N. Identification of antimicrobial compound in volatile oil of leaves of *Tagetes erecta* L. (Compositae). **Majalah Farmaci Indonesia**, 1999.

MAIA, C. M. B. F. Uso da casca de pinus e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 39, n.1, p. 81-92, 1999.

MINAMI K; PUCHALA B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**. p. 162-163, 2000.

MORAIS, S.M.J.; ATAIDES, P.R.V.; GARCIA, D.C.; KURTZ, F.C.; OLIVEIRA, O.S.; WATZLAWICK, L.F. **Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria (RS), comparada com outros substratos orgânicos.** Sanare, Curitiba, v.6, n.6, p.44-49, 1996.

MUNHOZ, R.C. Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 74p.

OLIVEIRA, B. L. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária.** UFMG, v. 17, p. 5-10, 1996.

PATHAK, N. et al. Larvicidal action of essential oils from plants against the vector mosquitoes *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (L). **International Pest Control**, p. 53-55, 2000.

PEGORINI, E.S. **Avaliação de impactos ambientais do programa de reciclagem agrícola de lodo de esgoto na região metropolitana de Curitiba.** 217p. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

PIRES, M.M.A. **Uso agrícola do Lodo de Esgoto: Aspectos Legais.** EMBRAPA. 2p. Jaguariúna, 2006.

ROSARIO, C. G. A. **Avaliação da disposição de lodo gerado numa estação de tratamento de água em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB).** 2009. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SAIDELLES, F. L. F. et al. **Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira**. Semina: Ciências Agrárias, v.30, p.173-1186. 2009.

SANDERSON, K.C. Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants. **Hortic. Sci.**, 15:173-178, 1980.

SANTOS, H.F. **Uso agrícola do lodo de esgoto das estações de tratamento de esgotos sanitários (ETEs): subsídios para elaboração de uma norma brasileira**. Tese Mestrado. Curso de Pós Graduação em Saneamento Ambiental. Universidade Mackenzie, São Paulo. 1996.

SPERLING, M. von; ANDREOLI, C. V. Introdução. In: Andreoli, C. V.; Sperling, M. von; Fernandes, F. (ed.). **Lodos de esgotos: Tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: UFMG, SANEPAR, 2001. v.6, p.13-16.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I. Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.487-495, 2002.

SILVA, O.D.; CARVALHO P.R.A. Etapas de um tratamento de efluente. **Kurita Handbook**. 2010. Disponível em: <[http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas\\_do\\_Tratamento\\_de\\_Efluentes.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_Tratamento_de_Efluentes.pdf)> Acesso em: 10/05/2015.

SILVEIRA, P.C.L.; BERTI-FILHO, E.; PIERRE, R.S.L.; PERES, C.S.F.; LOUZADA, C.J. Cravo-de-defunto (*Tagetes erecta* L.) como cultura atrativa para inimigos naturais em cultivo de cebola. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.). vol.66, no.6, Piracicaba, 2009.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R. Avaliação de mudas de *Tecoma stans* utilizando bio sólido e resíduo orgânico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 85, p. 218-226, 2010.

TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R. **Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos.** Floresta, v.42, p.621-630. 2012.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, L.A. Uso de bio sólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.

VASUDEVAN, P.; KASHYAP, S.; SHARMA, S. *Tagetes*: A multipurpose plant. **Biosource Technology**, v. 62, p. 29-35, 1997.