

Item 5.1 formulário Prestações de contas



**INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

**BIOSSÓLIDO COMO ADUBAÇÃO DE PLANTIO EM
REFLORESTAMENTO PARA RESTAURAÇÃO
FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA**

**Fevereiro – 2014
Seropédica – RJ**

Biossólido como adubação de plantio em reflorestamento para restauração florestal da Mata Atlântica

Apresentação – Nesta proposta está sendo solicitado apoio para uma etapa do trabalho de Dissertação do Mestrando Pedro Lima Filho, do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Envolve resposta do uso de biossólido como adubação de plantio em reflorestamento para restauração florestal na Bacia do Rio Guandu. Será conduzido em vasos de 20 litros, para haver melhor controle e coleta dos dados. A equipe do projeto, liderada por membros do Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamentos (LAPER) da UFRRJ vem desenvolvendo pesquisas sobre o uso de biossólido para restauração florestal e este trabalho, que encontra-se em andamento, constitui-se elemento importante nesta linha de pesquisa. No item Material e Métodos a metodologia empregada no experimento está descrita desde a instalação do experimento para facilitar a compreensão do estudo. Esta proposta complementa um trabalho de parceria entre a UFRRJ e a CEDAE, onde já se iniciou estudos preliminares do potencial de uso do lodo de esgoto, que depois de estabilizado é tecnicamente denominado de biossólido. O LAPER está oferecendo equipamentos, como paquímetro, balança, medidor de área foliar, estufa de secagem e moinho para realização desta proposta, além de estagiários e o Mestrando.

1. Introdução

Com a degradação ambiental há necessidade da restauração florestal. Segundo o Pacto para a Restauração da Mata Atlântica existem teoricamente 958.000 hectares necessitando de plantios florestais para fins de recuperação (RODRIGUES et al., 2010). Assim, conhecer técnicas silviculturais que favoreçam o desenvolvimento e sucesso da restauração florestal é importante, pois diminuirá os custos além de atingir resultados mais rápidos e promissores.

Dentro das técnicas silviculturais empregadas na restauração florestal, a adubação ou fertilização é importante, em que visa suprir as demandas nutricionais das plantas (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000), favorecendo o crescimento e obtendo a cobertura do solo de forma mais acelerada. Ao mesmo tempo, ao acelerar o crescimento das espécies arbóreas, a competição com as plantas daninhas diminui, reduzindo os custos com o controle da matocompetição (MACHADO et al., 2010).

A utilização de resíduos com potencial nutricional como fertilizantes florestais é uma forma de reduzir dois problemas ambientais ao mesmo tempo, pois favorecerá o crescimento dos indivíduos arbóreos implantados na restauração e dará um destino mais adequado para estes resíduos. Dentre os resíduos, destaca-se o lodo de esgoto, que depois de estabilizado é chamado de biossólido, subproduto oriundo de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), de composição variável, rico em matéria orgânica e nutriente, tornando-se um produto com características desejáveis para o setor agrícola e florestal (GOMES et al., 2013).

Dessa forma, a destinação do biossólido para o uso como fertilizante em plantações florestais possui grande potencial, pois este resíduo contém matéria orgânica, macro e micronutrientes que exercem papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo, o que pode aumentar o conteúdo de húmus, que melhora a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (CALDEIRA et al., 2012a). Além disso, com o aumento da população nos centros urbanos, a disponibilidade deste resíduo se torna cada vez

mais fácil, os quais, muitas vezes, são acumulados no ambiente sem o adequado tratamento, ou destinados a aterros sanitários ou depositado a céu aberto, tornando-se uma preocupação de contaminação ambiental como humana (BERTON e NOGUEIRA, 2010).

A Resolução CONAMA 375/06 menciona que o uso agrícola ou florestal do bioestabilizado é uma potencial alternativa que apresenta vantagens ambientais quando comparado a outras técnicas de destinação final (BRASIL, 2006). Experimentos com bioestabilizado mostrando ganhos no crescimento dos povoamentos florestais foi constatado em diversos trabalhos (ROCHA et al., 2004; BEZERRA et al., 2006; GUEDES et al., 2006; NOBREGA et al., 2007; PAIVA et al., 2009; SANTOS, 2013). No entanto, é importante que a aplicação desse lodo no solo seja planejada, para que não ocorram problemas posteriores, visto que podem provocar contaminação e eutrofização do lençol freático e cursos hídricos por agentes patogênicos (BRASIL, 2006; SOCCOL et al., 2010) metais pesados e excesso de nutrientes, através dos processos de lixiviação e percolação (MACEDO et al., 2006) e alterações nas propriedades químicas e biológicas do solo.

Aliar o potencial nutricional que o bioestabilizado possui para o desenvolvimento dos vegetais, utilizando como adubação, é fundamental, pois reduzirá os problemas com a destinação deste resíduo até a economia de fertilizantes (LIMA et al., 2011). Entretanto, conhecer se estes ganhos podem favorecer a praticidade, encontrando a dose ideal de bioestabilizado na adubação é de grande importância, visto que facilitará o manejo alcançando uma menor relação custo / benefício e diminuirá os riscos de contaminação ambiental.

2. Identificação do tema e Justificativa

A intensa atividade industrial assim como a atividade agrícola e a expansão dos centros urbanos geram pressão sobre o sistema hídrico da bacia do Rio Guandu, com a grande emissão de efluentes que tornam um problema constante. No mesmo grau de magnitude, os desflorestamentos dos mananciais e matas ciliares dos rios que compõem esta bacia provocam grande assoreamento, diminuição na quantidade e qualidade de água disponível para a população.

As estações de tratamento de esgotos (ETE's) surgem como medida de reduzir estes impactos e minimizar as ações antrópicas negativas. Todavia, a disponibilização do lodo de esgoto, resíduo gerado nas ETE's, fica cada vez mais difícil visto que tende a um crescimento no mínimo proporcional ao crescimento da população humana e a solução para sua disposição é uma medida que se impõe com urgência.

O lodo de esgoto estabilizado (bioestabilizado) constitui uma fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas e que seu uso como fertilizante na restauração florestal é uma alternativa para a disponibilização e economia na utilização de fertilizantes químicos. Assim, aliar a disponibilização do bioestabilizado através da fertilização nos projetos de reflorestamento da bacia do rio Guandu seria uma forma de resolver, ou pelo menos reduzir, dois problemas ambientais.

Entretanto, a Resolução CONAMA 375/06 restringe o uso de bioestabilizado para a fertilização em áreas próximas a mananciais e cursos hídricos, pois a lixiviação de compostos presentes no lodo podem contaminar a água destes locais. Porém, estudos considerando a lixiviação de compostos dos bioestabilizados são escassos sendo necessário aprimoramento visto que surge como uma alternativa viável econômica e ambientalmente.

O Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamentos (LAPER) do Instituto de Florestas da UFRRJ, juntamente com a Nova CEDAE vem desenvolvendo estudos sobre o uso de biofossólido na restauração florestal. Foi desenvolvida a monografia “Uso de Biofossólido na Composição de Substratos para Produção de Mudanças de Espécies Florestais da Mata Atlântica”, referente ao Processo nº 058-Guandu/12 e também está em fase de desenvolvimento uma Dissertação de Mestrado “Uso de Biofossólido na Composição de Substratos para Produção de Mudanças de Espécies Florestais da Mata Atlântica”, referente ao Processo nº 059- Guandu/12. Além destes trabalhos que contam com o auxílio financeiro da AGEVAP, outros trabalhos tem sido desenvolvidos, em formas de Monografias, com a produção de mudas. Os resultados indicam que o biofossólido deve ser usado como substrato para a produção de mudas, e a AGEVAP tem auxiliado significativamente estas pesquisas com dois auxílios financeiros já concedidos (edital 01/2012).

O trabalho que solicitamos os recursos financeiros tem como objetivo verificar o comportamento do biofossólido no sistema solo – planta em condições simuladas de campo. Por isso, mudas de *Ceiba speciosa* A. St - Hil Ravenna (paineira), que é uma das espécies mais utilizadas nos reflorestamentos de restauração florestal da Mata Atlântica, estão plantadas em vasos com quatro doses de biofossólido, além de um tratamento testemunha e um com adubação química. Pretende-se analisar o crescimento das plantas, a concentração de macro e micronutrientes (principalmente metais pesados) no solo e nos componentes da planta (raízes, caule e folhas). Também, com auxílio de laboratório da Nova CEDAE concentração de nutrientes na água do lixiviado. Os recursos solicitados nesta proposta são para as análises de macro e micronutrientes do solo e dos componentes das plantas.

A idéia é que o conjunto de informações geradas pelas pesquisas do LAPER possam subsidiar com segurança tomadas de decisões do uso ou não do biofossólido em povoamentos florestais para restauração florestal da Bacia do Rio Guandu. Em caso de uso, qual a quantidade indicada.

3. Objetivos e metas a serem alcançados

Avaliar o uso de biofossólido como adubação de plantio no crescimento de *Ceiba speciosa* A. St - Hil Ravenna (paineira) e a quantidade de nutrientes lixiviados.

Metas

- Avaliar o crescimento inicial da espécie nativa sob o efeito do biofossólido como adubo de plantio em comparação com adubação química.
- Avaliar a melhor dosagem de biofossólido para a adubação de plantio em restauração florestal.
- Avaliar a quantidade de nutrientes lixiviados quando se utiliza o biofossólido como adubação de plantio.

4. Localização da região onde o projeto será desenvolvido

Não será apresentado mapa, pois os resultados do trabalho, em conjunto com outros trabalhos sobre o tema desenvolvido pela equipe do LAPER, servem como balizamento para a tomada de decisão do uso do biofossólido em reflorestamento visando a restauração da Mata Atlântica em toda a Bacia do Rio Guandu. O solo utilizado no experimento é proveniente de uma encosta pouco ondulada do Município de Queimados, que faz parte da Bacia do Rio Guandu. O biofossólido utilizado é oriundo da

Estação de Tratamento de Esgoto da Alegria (ETE Alegria), Bairro Caju, Cidade do Rio de Janeiro. O trabalho, por ser em “condições controladas”, está sendo desenvolvido em área do viveiro florestal do Instituto de Florestas da UFRRJ, cujas ambientais reflete a média da Bacia do Rio Guandu.

5. Revisão bibliográfica

5.1. O lodo de esgoto

As Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETEs) geram um subproduto denominado lodo de esgoto, cuja 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.). A disposição final deste material constitui um dos grandes problemas operacionais para essas estações (ANDREOLI, 1999).

O termo biossólido vem sendo utilizado no lugar de lodo de esgoto para diferenciar como um produto previamente tratado após transformações microbianas e que após sua mineralização, apresenta potencial para posterior aplicação em culturas agrícolas e florestais; utilizado como fertilizante (POGGIANI, 1998).

Segundo Andreoli et al. (2001), as perspectivas de desenvolvimento e a expectativa de incremento da produção de biossólido pela ampliação da rede de coleta e tratamento de esgoto caracterizam a questão como um dos mais graves passivos ambientais urbanos no Brasil. Não se dispõe de dados consistentes referentes à produção atual de lodo, sendo que as estimativas apontam para números da ordem de 9.000 a 13.000 toneladas diárias de lodo desaguado no Brasil.

O lodo de esgoto deve ser tratado antes de ser direcionado para uma disposição final. Os sistemas de tratamento de esgotos normalmente utilizam, de forma otimizada, os fenômenos de biodegradação que já ocorrem na natureza sendo que, os métodos mais comuns de tratamento são os biológicos, que utilizam os micro-organismos presentes no esgoto para degradar a matéria orgânica e purificar a água (FERREIRA et al., 1999). Os objetivos desse processo biológico são coagular e remover colóides não sedimentáveis e degradar parcialmente ou estabilizar a matéria orgânica remanescente no esgoto após o tratamento (FERNANDES, 2000). Segundo o autor, o lodo é constituído, em boa parte, por bactérias vivas. Como a eficiência dos processos biológicos está ligada à quantidade de células vivas atuantes no processo, os sistemas de tratamento mantêm o afluente em um meio rico em lodo. Sendo assim, o lodo é matéria prima para os processos biológicos de tratamento de esgoto e seu excesso passa a ser considerado um resíduo.

De acordo com Bettiol e Camargo (2000), as formas mais utilizadas para o aproveitamento ou disposição final do lodo são: disposição em aterro sanitário; reuso industrial, como produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento; incineração; conversão em óleo combustível; disposição oceânica; recuperação de solos na recuperação de áreas degradadas e de mineração e pode ter como fim o uso agrícola e florestal através da aplicação direta com incorporação no solo, compostagem e fertilizante em solo sintético. A utilização para fim agrícola e florestal apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, o lodo é rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas.

A composição química do lodo de esgoto é bem variável, dependendo do local de origem, época do ano, entre outros (BETTIOL e CAMARGO, 2006). As quantidades de nitrogênio presentes nos lodos de esgoto gerados por biodigestores têm concentração variável de 2,2 a 5,5%. As concentrações de fósforo variam de 1,0 a 3,7%. As concentrações de potássio são pequenas porque ele é altamente solúvel em água e não

fica retido na parte sólida. A matéria orgânica varia de 40 a 70%, de acordo com Bettiol e Camargo (2000) e Tsutiya et al. (2001).

Em sua composição o lodo também apresenta diversos poluentes como, metais pesados, compostos orgânicos persistentes e organismos patogênicos ao homem, atributos que devem ser verificados com muito cuidado (BETTIOL e CAMARGO, 2006). Tais fatores foram alicerces para a resolução nº 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2006), através da qual se regulamenta e define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.

Visando o uso agrícola, após transformações microbianas e devida higienização, o lodo de esgoto pode passar a ser designado como bioestabilizado, termo que passou a ser utilizado na maioria dos países e em várias normas no início da década de 80, com o objetivo de tirar a conotação pejorativa associada ao termo lodo de esgoto e promover o conceito de que este material não é simplesmente um resíduo e que pode e deve ser reutilizado ou reciclado em sistemas de usos benéficos (GUEDES, 2005). Segundo a CETESP (1999) o termo bioestabilizado refere-se exclusivamente ao lodo resultante do sistema de tratamento biológico de despejos líquidos sanitários, com características tais que atendam as condições das normas para uma utilização segura na agricultura. O lodo cru que não tenha recebido tratamento adequado para controle de poluentes e patógenos não é considerado bioestabilizado (POGGIANI et al., 2000).

A dificuldade para realizar a disposição final adequada do lodo de esgoto produzido nas estações de tratamento é um problema para os gerentes da área de saneamento no Brasil. As pesquisas demonstram que esse resíduo pode ser utilizado para fins agrícolas e ou florestais, evitando sua deposição em aterros e lixões, geralmente localizados na periferia das grandes cidades. Assim, esse resíduo, hoje problemático, no futuro poderá ser considerado um insumo, gerando um estímulo para que mais esgotos urbanos sejam tratados antes de promoverem a eutrofização e poluição dos rios (LIRA et al., 2008).

A reciclagem agrícola é a forma de disposição final do lodo de esgoto que pode ser considerada mais adequada em termos técnicos, econômicos e ambientais, desde que convenientemente aplicada (ANDREOLI, 1999).

O caráter mais científico do uso agrícola do lodo de esgoto se desenvolveu no início do século XX, sendo que, no exterior, as pesquisas com o resíduo vêm sendo realizadas há bastante tempo. Por volta de 1970 intensificaram-se essas pesquisas, expandindo-se os conhecimentos científicos sobre o lodo e sobre o processo de tratamento (GUEDES, 2005). No Brasil, a experimentação sobre o uso de bioestabilizados na agricultura acontece desde a década de oitenta. Bettiol e Carvalho (1982) foram os primeiros pesquisadores brasileiros a publicarem sobre a utilização de lodo de esgoto na agricultura.

Essa reciclagem deve estar condicionada a regras que definam a qualidade do material a ser reciclado e os cuidados exigidos para estabilização, desinfecção e utilização do mesmo (ANDREOLI, 1999). Para Tsutiya et al. (2001) antes da disposição do lodo em áreas agrícolas deve-se também considerar os seguintes aspectos: características das áreas, condições do solo, taxa de aplicação e cultura agrícola a ser explorada.

A utilização de lodo de esgoto como bioestabilizado, aproveitando seu potencial fertilizante e condicionador de solos para promover o crescimento de plantas, representa a possibilidade de associar ganhos para o produtor, através do aumento da produtividade das culturas e redução do uso de fertilizantes minerais, com vantagens inclusive para os

geradores de lodo, através da efetivação de métodos adequados e mais econômicos de disposição final desse resíduo. (GUEDES, 2005)

O lodo de esgoto encerra na sua composição, nutrientes e elementos benéficos necessários para o desenvolvimento e produção das plantas, os quais, por se encontrarem em sua grande parte na forma orgânica, são liberados gradativamente ao solo, por meio de processos oxidativos, aumentando a absorção pelas plantas e diminuindo os riscos de poluição ambiental (MELO e MARQUES, 2000).

Normalmente, a aplicação de lodo de esgoto nos solos promove sua valorização devido a transformações, na maioria das vezes positivas, sobre suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Do ponto de vista químico, quando o lodo de esgoto, principalmente aqueles alcalinos, reagem com o solo, pode ocorrer diminuição da acidez, assim como aumento da CTC e da disponibilidade de macro e micronutrientes, melhorando a sua fertilidade. Em solos tropicais muito intemperizados, onde a capacidade de troca catiônica (CTC) é extremamente dependente da matéria orgânica, o uso agrícola deste resíduo é ainda mais atrativo (Meló *et al.*, 1994). Em geral, o produto final do tratamento do esgoto é rico em matéria orgânica e pode fornecer nitrogênio às plantas em quantidades satisfatórias, além de outros elementos como fósforo, enxofre, cálcio e micronutrientes.

A utilização de lodo de esgoto como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO e BARRAL, 1981).

Do ponto de vista das propriedades físicas, o lodo de esgoto, pelo efeito da matéria orgânica nele contida, pode funcionar como condicionador de solos e refletir em melhoria da estrutura física, aumentando a agregação das partículas (estabilidade de agregados), favorecendo a infiltração de água no perfil, a aeração e a retenção de umidade e diminuindo as perdas por erosão (CARVALHO e BARRAL, 1981).

Além de atuar como um condicionador do solo, melhorando a estrutura e o estado de agregação das partículas do solo, a maior disponibilidade de nutrientes decorrente da aplicação de lodo de esgoto pode levar a um melhor desenvolvimento da planta e conseqüentemente aumento da produtividade das culturas. Nesse sentido, o lodo pode ser visto como um complemento da adubação, podendo reduzir a utilização de fertilizantes químicos e, com isto, reduzir o custo da adubação. (BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006)

Do ponto de vista ecológico, desde que assegurada a qualidade do lodo em termos de possíveis contaminantes, seu uso agrícola e ou florestal, por promover sua reciclagem, é uma das mais corretas dentre as várias alternativas de disposição final (GUEDES, 2005). Segundo Poggiani *et al.*, (2000), além de representar benefício econômico, o uso agrícola deste resíduo representa benefício ecológico, pelo retorno ao campo de parte da matéria orgânica, nutrientes e energia exportados para os centros urbanos. Outro importante benefício ambiental é a possibilidade de aumento do estoque de carbono no solo e amenização do efeito estufa (Gibson *et al.*, 2002).

Por outro lado, a prática envolve alguns impactos ambientais negativos potenciais, que demandam controle. É característica do tratamento de esgoto a decantação de organismos patogênicos, compostos orgânicos complexos e moléculas ligadas a metais pesados (BETTIOL e CAMARGO, 2006). Estes poluentes podem ser transferidos ao solo, às plantas e às águas superficiais e subterrâneas, através de processos de escoamento superficial e lixiviação (FERNANDES *et al.*, 1993).

A presença de nitratos na composição do lodo também pode ser um problema, devido à falta de sincronismo entre a mineralização do nitrogênio e a absorção deste nutriente pelas plantas, correndo-se o risco de perdê-lo por lixiviação levando à contaminação do lençol freático (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Semelhante ao nitrogênio, outro possível problema é a lixiviação do fosfato, pois com a adição de lodo de esgoto a capacidade de adsorção do elemento pode ser modificada (MUNHOZ e BERTON, 2006). Isto pode ocorrer devido a liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição do lodo, que podem bloquear os mesmos sítios de adsorção usados pelo fósforo, diminuindo a fixação do elemento no solo (HAYNES, 1984 apud MUNHOZ e BERTON, 2006).

Além do conhecimento dos impactos ambientais positivos e negativos causados pela utilização do produto, a reciclagem agrícola do lodo de esgoto pressupõe o desenvolvimento de tecnologias que permitam o processamento e controle da qualidade do lodo produzido, o controle das formas de comercialização e distribuição e a inserção do produto nos sistemas agrícolas, de forma a maximizar os impactos positivos e minimizar os impactos negativos (ANDREOLI, 1999).

Portanto, deve-se enfatizar a importância do cumprimento da legislação que regulamente e estabeleça regras para a adição do resíduo ao solo, no caso do Brasil a resolução nº 375/2006 do CONAMA (BRASIL, 2006), bem como a realização de estudos que determinem riscos ambientais a curto, médio e longo prazo.

5.2 Usos florestais

O lodo de esgoto é utilizado em vários países nos cultivos florestais, principalmente em regiões de clima temperado. Em países tropicais seu uso ainda é restrito e pouco estudado.

No Brasil as pesquisas com utilização de lodo na área florestal são recentes. Em 1998, um grupo de pesquisadores da ESALQ/USP iniciou as primeiras pesquisas de campo com a aplicação de lodo de esgoto em espécies florestais no Brasil. O trabalho de Poggiani e Bennedeti (1999) resume o programa de pesquisa desse grupo e mostra os vários subprojetos que foram desenvolvidos para verificar a viabilidade ecológica, silvicultural e econômica da utilização do lodo de esgoto na cultura de eucalipto.

A aplicação de biossólido em plantações florestais apresenta uma série de vantagens em comparação com sistemas agrícolas. Hart et al. (1988 apud GUEDES, 2005) citam que: os produtos das culturas florestais, normalmente não são comestíveis, diminuindo o risco quanto à entrada de possíveis contaminantes na cadeia alimentar; as florestas respondem à aplicação de biossólido com significativos aumentos de biomassa e de nutrientes absorvidos; os ciclos das culturas florestais são mais longos e a acumulação de biomassa durante esse período pode ser uma maneira de retirar do solo e armazenar certos elementos perigosos, que podem ser exportados do local com a colheita da madeira; os solos florestais são geralmente pobres, resultando em melhor aproveitamento e menores perdas dos nutrientes; as culturas florestais oferecem menor oportunidade de contato humano com biossólido aplicado, além disso, o ciclo longo permite maiores intervalos e uma maior dinâmica entre aplicações; diferentemente de uma cultura agrícola, na qual a aplicação deve ocorrer em uma determinada época, em uma plantação florestal, a qualquer momento seria possível entrar no povoamento para realizar a distribuição do resíduo; o sistema radicular perene e bem distribuído das árvores forma um verdadeiro emaranhado de raízes finas na camada mais superficial do solo que aumenta a eficiência de absorção dos elementos e pode funcionar como um verdadeiro filtro para evitar, por exemplo, a lixiviação de nitrato. Dessa maneira, os

nutrientes do bio sólido, liberados de forma mais lenta, podem ser melhor aproveitados pelas árvores, com menores perdas por lixiviação ou escoamento superficial (GUEDES, 2005).

Analisando estudos referentes ao efeito da adição de bio sólido em plantações de eucalipto, Poggiani et al. (2000) comprovaram a vantagem econômica de se aplicar o bio sólido em plantações florestais em relação ao seu descarte em aterro sanitário, Guedes (2000) verificou para eucalipto aumento na produtividade, na produção e na decomposição do folheto, melhorias nas condições químicas e físicas do solo, aumento da área basal e da densidade das copas das árvores. Gonçalves et al., 2000 obtiveram para eucalipto um aumento de 37% na produtividade quando se aplicou 10 t ha⁻¹ de bio sólido juntamente com fósforo em comparação à adubação química aos 22 meses de idade.

O uso de lodo de esgoto decomposto juntamente com a cinza de madeira promoveu ganhos na produção volumétrica de *Eucalyptus grandis*, aos dois anos de idade, que variaram de 3% a 87% em relação à adubação química (GUERRINI et al., 2000).

Assim, uma das alternativas mais promissoras para que as estações de tratamento de esgoto possam dar uma disposição final adequada ao lodo gerado é a utilização em áreas florestais, aproveitando seu potencial como fertilizante e condicionador de solos para melhorar o desenvolvimento durante o processo de formação de povoamentos florestais (ASSENHEIMER, 2009).

6. Metodologia empregada

O projeto de pesquisa surgiu a partir do comum interesse da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) e do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Reflorestamento (LAPER) DS/IF/UFRRJ em buscar alternativas técnica, econômica e ambientalmente viáveis para minimizar as dificuldades encontradas na destinação do lodo de esgoto e aquisição de fertilizantes químicos na restauração florestal.

6.1. Caracterização do bio sólido

O bio sólido utilizado no trabalho é proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Alegria, no Rio de Janeiro, bairro Caju e foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (Nova CEDAE). O esgoto tratado pela ETE Alegria é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais. Na ETE Alegria o esgoto é tratado a nível secundário, sendo primeiramente conduzido ao tratamento preliminar, onde o esgoto passa por grade para remoção de sólidos grosseiros com barras espaçadas 10 cm entre si e após para remoção de sólidos mais finos em grade com barras espaçadas 1,3 cm. O tratamento a nível primário consiste na passagem por desarenadores, que removem parte da areia contida no esgoto, depois o material é conduzido para os decantadores primários, onde se efetua a remoção de 50% dos sólidos sedimentáveis contidos no esgoto, gerando como resíduo lodo com concentração de 1% de sólidos. O tratamento a nível secundário é realizado através de passagem por tanque aerador onde o esgoto é oxigenado, resultando na aceleração do processo de decomposição da matéria orgânica contida nele. O material resultante é conduzido para os decantadores secundários, de onde sai o efluente final. O material decantado nesse processo retorna para o tanque aerador, repetindo o restante do processo.

O lodo de esgoto produzido na ETE Alegria consiste no material que sai dos decantadores primários com teor de sólidos de 1%, que recebe tratamento para remoção da água, redução de volume, estabilização e eliminação de patógenos. O processo de tratamento pode ser resumido da seguinte forma: o lodo de esgoto passa por adensadores de onde sai com teor de 5% de sólidos, indo, após, para digestores anaeróbios onde ocorre redução de volume do material, da concentração de patógenos, do risco de putrefação e emissão de odores. Na sequência o lodo de esgoto passa por centrífugas de onde sai com teor de sólidos de 30%, em seguida o material é conduzido ao secador térmico, onde a temperatura pode alcançar 200°C, e o lodo sai com teor de sólidos de 80 a 90%. Por último o lodo é levado para compostagem até se estabilizar, sendo o biossólido o produto final.

Para a caracterização e avaliação do potencial agrícola do biossólido, uma amostra representativa do material, coletada de acordo com as normas contidas no Anexo IV da resolução nº 375/2006 do CONAMA (BRASIL, 2006), cedida pela Nova CEDAE foi enviada para o Laboratório TASQA Serviços Analíticos Ltda, localizado na cidade de Paulínia-SP, especializado na área de análise de resíduos sólidos. O material foi analisado de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA sendo eles: potencial agrônômico (composição química); substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas (composição em relação a metais pesados e presença de compostos orgânicos persistentes); indicadores bacteriológicos e agentes patogênicos (coliformes, ovos viáveis de helmintos, *Salmonella* sp e vírus entéricos); e estabilidade (relação entre sólidos voláteis e sólidos totais).

Segundo resultados, o biossólido (lodo de esgoto estabilizado) atendeu a todos os padrões estabelecidos pela Resolução, sendo classificado pelo laboratório como do tipo A, portanto livre de restrições. A análise química do biossólido se encontra na Tabela 1. O custo com as análises foram custeadas com recursos do Contrato FAPUR / CEDAE, firmado através do Convênio Nº 002/2007 entre a UFRRJ e a CEDAE.

Tabela 1: Análise química do biossólido utilizado no experimento para crescimento de mudas de espécie florestal

pH	P	K ¹⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Corg	N
H ₂ O	mg.dm ⁻³		Cmol _c .dm ⁻³			---- % ----		
5,0	87	144	24,0	6,7	0,0	2,5	13,72	2,0

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:25; P e K: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator de KCl 1,0 N.

6.2. Descrição e instalação do experimento

O trabalho está sendo desenvolvido no viveiro florestal do Instituto de Florestas da UFRRJ, utilizando baldes de 20 litros cheios com solo onde foram plantadas as mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (paineira) e aplicado os tratamentos. Utilizou-se solo classificado como LATOSSOLO AMARELO endoálico distrófico (FONSECA, 2010), da camada de 0-40 cm, do terço médio de uma encosta pouco ondulada, do município de Queimados, RJ. A análise química se encontra na Tabela 2. Preferiu-se utilizar este solo, por ser parte significativa dos solos das áreas da Bacia do Rio Guandu, além de ser bem estudado, pois foi o local de trabalho de trabalho de conclusão de curso de Fonseca (2010) e Paula (2014), ambas desenvolvidos pela equipe do LAPER.

Tabela 2: Análise química do solo utilizado para a restauração florestal proveniente do Município de Queimados, RJ

pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Corg
H ₂ O	----- mg.dm ⁻³ -----		----- Cmol _c .dm ⁻³ -----			-- % --	
5,1	1,0	27	0,4	0,2	0,9	4,5	1,7

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:25; P e K: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator de KCl 1,0 N.

Os tratamentos consistem da testemunha (T1), aplicação de 0,8 (T2); 1,6 (T3); 3,2 (T4); 6,4 (T5) litros de biossólido e 178 g de super fosfato simples (T6) por planta. As dosagens, tanto do biossólido como do adubo químico, foram estipuladas seguindo as recomendações para fósforo na adubação para a restauração florestal de Gonçalves (1995), na análise de solo (Tabela 2) e no percentual de fósforo presente no biossólido (Tabela 1).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco repetições de uma única planta. Fotos da área experimental são mostradas na Figura 1.



Figura 1: Plantas de paineira submetidas a diferentes dosagens de biossólido e adubação química. (a) Imagem geral das plantas; (b) baldes com sacos para coleta de lixiviados.

Neste estudo está sendo avaliada a quantidade de nutrientes lixiviados, pela análise inicial e final do substrato de cada balde, onde obterá a perda pela diferença entre os dois valores associados à quantidade de nutrientes nas plantas. Além disso, a dinâmica de perda de nutrientes está sendo estudada, através da coleta da água da chuva que passa pelos baldes com as plantas, onde analisará o teor de nutrientes perdidos, construindo-se as curvas de perdas. Estas análises estão sendo e serão realizadas em laboratórios da Nova CEDAE.

As variáveis que estão sendo mensuradas são: altura, diâmetro do coleto, altura e área copa. Após a última avaliação (que deve ocorrer em agosto de 2014), será avaliada a área foliar, utilizando medidor de área foliar LI 1600, as plantas serão cortadas e avaliará, também o peso da matéria seca por planta, em que será separada em folhas, caule e sistema radicular, acondicionar em sacos de papel e a secar em estufa a 65° C até que atinja o peso constante. Após obtenção do peso seco, o material será moído. Estas avaliações e procedimentos estão e serão realizadas no LAPER / UFRRJ. No final do experimento, solos dos baldes serão coletados e enviados para análises.

A fase análise de solos e dos componentes das plantas pretende-se realizar em um laboratório especializado e é o foco dos recursos solicitados. É importante conhecer

como ficou as características químicas do solo, principalmente referente a metais pesados, por isso as análises de solo envolveram rotina (pH, P, K, Ca, Mg, Al, H + Al e P-rem) + matéria orgânica, metais pesados (Cr, Ni, Cd e Pb), N-total e S.

As análises da planta em componentes, é importante, pois as plantas florestais mais bem nutridas tem maiores condições de crescimento, obtendo para maiores condições de competir com as plantas daninhas, principalmente as espécies do gênero *Panicum* e *Urochloa*, diminuindo os custos de formação dos reflorestamentos. Pretende-se realizar a análise de macro e micronutrientes dos componentes raízes, de caule e de folhas.

5.3. Análises estatísticas

Os dados serão submetidos ao teste de Liliefors para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados. Havendo necessidade serão feitas as devidas transformações para que possa ser aplicada a análise de variância.

Na comparação da adubação química com o biofósforo, os resultados encontrados para dosagem de 1,6 litros (T3), testemunha (T1) e 1,78 g de super fósforo simples (T1) serão submetidos ao teste de Tukey para a definição do melhor tratamento. Para a definição da melhor dosagem de biofósforo, os dados dos tratamentos de T1 a T5 serão submetidos a análise de regressão. As análises serão realizadas com auxílio do programa estatístico SAEG.

7. Resultados esperados

Espera-se que com os resultados deste trabalho possa indicar a melhor dosagem de biofósforo como adubo de plantio para a restauração florestal, resultando em menores perdas de nutrientes por lixiviação, diminuindo os riscos de contaminação do lençol freático.

Com os resultados e experiências deste trabalho, a equipe do LAPER pretende montar trabalhos utilizando outras espécies florestais.

8. Referências bibliográficas

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

ANDREOLI, C. V.; SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodos de esgoto: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná; v.6, 484p. 2001.

ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biofósforos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência**, Guarapuava, v.5, n.2, p.321 – 330, mai/ago, 2009.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do biofósforo: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 04, p. 565-580, 2006.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349p.

BETTIOL, W.; CARVALHO, P. C. T. Utilização de lodo de esgoto primário e fertilizante organo-mineral IPT na cultura do milho. **Fertilizantes**, Piracicaba, v.44, p.14 - 15, 1982.

BINDER, W. **Rios e Córregos, Preservar - Conservar - Renaturalizar: A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998, 41p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução – CONAMA. Resolução nº 375/2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 167, p. 141-146, 30 ago 2006.

CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, Piracicaba, v. 3, n.2, p. 1-4, 1981.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação**. São Paulo, CETESB, 32 p. 1999.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T.; Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, Mattawa . v.36. 1960. 10-13p.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 212p, 1997.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea*. Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, Supl., p.278-282, 2005.

FERNANDES, F.; PIERRO, A. C.; YAMAMOTO, R. Y. Produção de fertilizante orgânico por compostagem do lodo gerado por estações de tratamento de esgotos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.5, p. 564 – 574, 1993.

FERNANDES, F. Estabilização e higienização de biossólidos. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000.

FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V. Produção e características dos biossólidos. In: LARA, A. I.; FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S.; IHLENFELD, R. G. K. **Uso e Manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Curitiba: PROSAB, 1999.

FONSECA, R. W. S. **Caracterização do solo e relação com o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em Queimados – RJ**. 2010, 15f. Monografia (Conclusão de Curso de Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GIBSON, T. S.; CHAN, K. Y.; SHARMA, G. SHEARMAN, R. **Soil carbon sequestration utilising recycled organics**. Sydney: NSW Agriculture, 2002. 95p.

GUEDES, M. C. **Efeito do lodo de esgoto (biossólido) sobre a nutrição, ciclagem de nutrientes e crescimento de sub-bosque, em plantação de eucalipto**. 2000. 74p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GUEDES, M. C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 2005. 154p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F. & MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 30:267-280, 2006.

GUERRINI, I. A.; VILLAS BOAS, R. L.; BENEDETTI, V.; COMÉRIO, J.; MORO, L. Application of wood ash and pulp and paper Sludge to *Eucalyptus grandis* in tree Brazilian soils. In: HENRY, C. L., HARRISON, R. B., BASTIAN, R. K. **The Forest Alternative Principles and practice of residuals use**. Seattle: College of Forest Resources, University of Washington, 2000. p.127-131.

GONÇALVES, J.L.M.; VAZ, L.M.S.; AMARAL, T.M.; POGGIANI, F. Aplicabilidade de lodo de esgoto em plantações florestais: 2- efeito na fertilidade do solo, nutrição e crescimento das árvores. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds.) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.179-195.

HART, J. B.; NGUYEN, P. V.; URIE, D. H.; BROCKWAY, D. G. Silvicultural use of wastewater sludge. **Journal of forestry**, Bethesda, v.86, n.8, p. 17-24, Ago. 1988.

HAYNES, R. J. Lime and phosphate in the soil plant system. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 37, p. 249 – 315, 1984.

LIRA, A. C. S.; GUEDES, M. C.; SCHALCH, V. Reciclagem de lodo de esgoto em plantação de eucalipto: carbono e nitrogênio. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, Junho 2008.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC

de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, p. 449-455, 1994.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 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), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare (SANEPAR)**, Curitiba, v.6, n.6, p.44-49, 1996.

MUNHOZ, R. O.; BERTON, R. S. Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349p.

NOBREGA, R.S.A.; VILAS BOAS, R.C.; NÓBREGA, J.C.A; PAULA, A.M.; MOREIRA, F.M.S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.239-246, 2007.

PAULA, T. F. **Crescimento de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em dois sítios florestais**. 2014, 28p. Monografia (Conclusão de Curso de Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

POGGIANI, F. **Aplicação de biossólido em plantações florestais**. (ESALQ/USP) 1998, Projetos de Pesquisa.

POGGIANI, F.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade do lodo de esgoto urbano em plantações de eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, v.80, p.48-52, 1999.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000.

ROCHA, G.N.; GOLÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p.623-639, 2004.

SANTOS, G. R. **Uso de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas florestais de espécies da Mata Atlântica**. 2013, 28p. Monografia (Conclusão de Curso de Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.88, p. 637 – 644, dez 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE – SEA-RJ. **Diagnostico da produção de mudas de espécies nativas no Estado do Rio de Janeiro**. 1º edição. Rio de Janeiro. 2010. 63 p.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001, 79p.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; MOREIRA, R.M. Crescimento de *Eucalyptus grandis* tratado com diferentes doses de lodos de esgoto úmido e seco, condicionados com polímeros. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.77, p.79-88, 2008.

SILVA, B. M. S.; *et al.* Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.6, p.1019-1026, 2007.

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

TSUTYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELF, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. 468p.

VIEIRA, A. H., M. DOS S. F. RICCI, V. G. S. RODRIGUES & L. M. B. ROSSI. Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de freijó-louro *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. **Boletim de Pesquisa**, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, Rio Branco, n. 25, 12 p., 1998.

Seropédica, 28 de fevereiro de 2014

Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador

Pedro Lima Filho
Orientando

ORÇAMENTO

Serviço Terceiros de Pessoa Jurídica	Quantidade	----- Custo (Reais) -----	
		Unitário	Total
Análise química fertilidade de solos	36	39,50	1.422,00
Análise química de macro e micronutrientes de componentes das plantas	90	33,00	2.970,00
TOTAL			4.392,00

JUSTIFICATIVA:

Estas análises, juntamente com as do lixiviado, que estão e serão realizadas pela Nova CEDAE, são importantes para conhecer como comporta-se os nutrientes originados do biossólido no sistema solo – planta – ambiente. Acreditamos que serão importantes para ajudar a desenvolver as pesquisas do uso de biossólido em reflorestamentos de restauração florestal da Mata Atlântica.

As amostras de solo, são 6 antes do instalar os tratamentos e 30 no final do experimento (5 por repetição). Serão realizadas as seguintes análises de solo: rotina + matéria orgânica; S; metais pesados (Cr, Ni, Cd, Pb) e N – total. São complexas, demoradas e nos laboratórios da UFRRJ não conseguiríamos realizar todas.

As amostras de plantas são de macro e micronutrientes. As de micronutrientes, principalmente as de metais pesados são complexas de serem realizadas e bastante demoradas, por isso estão sendo solicitadas.

Seropédica, 28 de fevereiro de 2014

Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador

Pedro Lima Filho
Orientando