



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FLÁVIA FONSECA VINHAS

**Crescimento de *Cariniana legalis* sob doses crescentes de biossólido de lodo de esgoto
como adubação de plantio**

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FLÁVIA FONSECA VINHAS

**Crescimento de *Cariniana legalis* sob doses crescentes de biossólido de lodo de esgoto
como adubação de plantio**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Florestal, como requisito
parcial para a obtenção do Título de
Engenheiro Florestal, Instituto de
Florestas da Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES

Orientador

SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2017

**Crescimento de *Cariniana legalis* sob doses crescentes de biossólido de lodo de esgoto
como adubação de plantio**

FLÁVIA FONSECA VINHAS

Monografia aprovada em 19 de outubro de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Vinicius Silva– UFRRJ
Membro

Eng. Florestal M. Sc. Ciro José Ribeiro de Moura – INEA / UFRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho a todos que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse chegar até aqui e realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a Deus, por ter me dado forças pra chegar até o fim, por me ajudar a superar todas as dificuldades que eu passei durante esta graduação e por mostrar o meu potencial, mesmo nas horas que eu perdia a fé em mim mesma.

Aos membros da minha família que acreditaram em mim, me apoiaram e se esforçaram para que eu pudesse me manter e idealizar esse objetivo.

Ao meu amado marido, um companheiro maravilhoso e me apoia em todas as situações com suas palavras sinceras, carinho e principalmente muita paciência e desde o primeiro momento, fazendo tudo dentro do possível para o meu bem estar físico e mental.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me receber, proporcionar ensino de qualidade, oferecer todas as oportunidades que possibilitou a minha formação, a toda experiência, pessoal e profissional adquirida.

A todos os amigos que ficaram do meu lado nas horas mais difíceis e não me deixaram desanimar.

Agradeço muito ao professor Paulo Sergio dos Santos Leles, por me receber e aceitar me orientar de forma excepcional, pela confiança e paciência, resultando neste trabalho.

A toda equipe do LAPER, que me receberam com carinho e compartilharem comigo seu tempo, trabalho e experiências, com boa vontade e bom humor.

Aos membros da banca Eduardo Vinícius Silva e Ciro J. R. de Moura por aceitarem contribuir gentilmente com este trabalho.

A todos os docentes que se esforçaram para transmitir seus conhecimentos da melhor forma possível, com respeito e amizade.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o crescimento de *Cariniana legalis* sob doses crescentes de biossólido de lodo de esgoto usado como adubação de plantio em condições de campo e averiguar as variações das características químicas do substrato proporcionado pelas diferentes doses de biossólido. O trabalho foi desenvolvido em condições de vaso, município de Seropédica - RJ. O solo utilizado foi LATOSSOLO AMARELO endoálico distrófico de textura argilosa, retirado da camada de 0-100 cm de uma encosta de morro. Os tratamentos foram testemunha e doses de 1,5; 3,0 e 6,0 litros de biossólido por vaso. O experimento ocorreu entre abril de 2016 a janeiro de 2017, em delineamento inteiramente casualizado. Cada tratamento foi composto por seis repetições. Aos 2, 6 e 10 meses após o transplântio, constatou-se que as plantas de jequitibá rosa não responderam às doses de biossólido. Verificou-se que o teor dos nutrientes no solo, exceto alumínio, aumentou de maneira linear com as doses de biossólido, aos 4 e 10 meses após o transplântio das mudas para os vasos. A menor dose reduziu drasticamente o teor de alumínio no solo. Baseados nos resultados das características químicas do solo e crescimento, a dose recomendável para o plantio da *Cariniana legalis* é a dose de 1,5 L. vaso⁻¹.

Palavras-chave: Jequitibá rosa, restauração florestal e fertilidade do solo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth of *Cariniana legalis* under increasing doses of sewage sludge biosolids used as field fertilization in natural conditions and to investigate the variations of the chemical characteristics of the substrate provided by the different doses of biosolids. The work was developed in potted conditions, in the city of Seropédica - RJ. The soil used was a clayey dystrophic, endothelial YELLOW LATOSOL, removed from the 0-100 cm layer of a hill slope. The treatments were control and doses of 1.5; 3.0 and 6.0 liters of biosolid per pot. The experiment occurred between April 2016 and January 2017, in a completely randomized design. Each treatment consisted of six replicates. At 2, 6 and 10 months after transplanting, the jequitibá rosa seedlings did not respond to the biosolid doses. It was verified that the nutrient content in the soil, except for the aluminum, increased in a linear manner with the doses of biosolid, at 4 and 10 months after the transplanting of the seedlings to the vessels. The lower dose dramatically reduced the aluminum content in the soil. Based on the results of soil chemical characteristics and growth, the recommended dose for the *Cariniana legalis*'s seedlings is the dose of 1.5 L. vaso⁻¹.

Key words: Jequitibá rosa, forest restoration and soil fertility.

SUMÁRIO

	Pág
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1 O biossólido	2
3.2 Adubações de plantio.....	3
3.3 Jequitibá rosa	4
4. MATERIAL E MÉTODOS	5
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5.1 Crescimento	7
5.2 Características do solo	10
6. CONCLUSÕES.....	13
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

LISTA DE TABELAS

	Pág
Tabela 1: Variáveis climáticas de Seropédica – RJ, em período de 10 meses	5
Tabela 2: Análise química do solo utilizado para o crescimento das plantas de <i>Cariniana legalis</i> para os diferentes tratamentos de fertilização	6
Tabela 3: Análise química do biossólido (amostra base seca) em %, utilizado como fertilizante no crescimento de <i>Cariniana legalis</i>	6
Tabela 4: Valores das características de crescimento de <i>Cariniana legalis</i> , em cultivadas em vasos sob três doses de biossólido e testemunha, após 10 meses após transplântio	8

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Crescimento médio em altura da parte aérea de plantas de <i>Cariniana legalis</i> , em três idades após o transplântio sob tratamento de adubação de plantio em cultivo em vasos	7
Figura 2: Crescimento médio em diâmetro do coleto de plantas de <i>Cariniana legalis</i> , em três idades após o transplântio sob tratamento de adubação de plantio em cultivo em vasos	8
Figura 3: Foto de plantas médias de <i>Cariniana legalis</i> sob 0; 1,5; 3,0 e 6,0 litros de biossólido aos 10 meses após transplântio	9
Figura 4: Teor de nutrientes contidos no solo dos vasos cultivados com <i>Cariniana legalis</i> , aos 4 e 10 meses após o transplântio, sob diferentes doses de biossólido	11

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, da cobertura florestal, original do bioma Mata Atlântica, resta em torno 22% (MMA, 2017), que se encontra bastante fragmentada e em diferentes estágios de regeneração sendo que somente 8,5% da cobertura vegetal se está localizada em fragmentos com mais de 100 hectares. As atividades humanas desde a colonização, como a extração de plantas e madeiras, remoção da vegetação para formação de pastos, campos agrícolas e habitações, de maneira deliberada, provocou esse cenário. Mesmo reduzido, este bioma conta com aproximadamente 20.000 espécies vegetais, equivalentes a 35% das espécies nativas brasileiras. Muitas destas espécies são endêmicas e estão contidas na listagem de ameaça de extinção, segundo informações do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2017). A necessidade de recomposição desse bioma, assim como desenvolver estudos e técnicas que auxiliem em sua recuperação. Neste contexto, a restauração florestal surge como um instrumento para tentar reverter à perda de cobertura florestal da Mata Atlântica.

A formação de povoamentos florestais através do plantio de mudas de espécies arbóreas é o método de restauração mais utilizado (MAGNAGO et al., 2015). Associá-lo a boas técnicas silviculturais contribui substancialmente para atingir bons resultados em menor tempo e aumenta as chances de sucesso da restauração reduzindo seus custos. A adubação florestal é uma técnica silvicultural comumente utilizada na implantação dos povoamentos florestais, pois tem a função de suprir as demandas nutricionais das espécies plantadas (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000), tendo como objetivo final auxiliar no crescimento vegetativo das plantas, que estão ou foram plantadas. Neste sentido, as plantas arbóreas com maior crescimento inicial apresentam vantagem competitiva durante seu desenvolvimento inicial em relação às plantas daninhas (RESENDE e LELES, 2017) e também são menores os prejuízos, caso ocorra ataque de formigas cortadeiras, por exemplo.

A literatura apresenta estudos de forma ampla referente à adubação de plantio de espécies florestais da Mata Atlântica que não evidenciam claramente padrão de comportamento em resposta a adubação. Isto ocorre devido não apenas a diversidade das espécies e a plasticidade fenotípica, mas também a outros fatores que devem ser considerados como o tipo de solo, clima regional, local do plantio, tipo e a qualidade da adubação. Entre os potenciais materiais usados na adubação de plantio, o biofóssido oriundo do lodo de esgoto vem se mostrando como uma promissora opção de insumo no Brasil.

O biofóssido é um resíduo produzido pelas estações de tratamento de esgoto urbano, submetido à estabilização e seco. Sua composição varia de acordo com o local e a forma que foi conduzido o tratamento de esgoto, com os hábitos alimentares da população e a sazonalidade (NÓBREGA et al., 2007; ABREU, 2017). Geralmente possui composição rica em matéria orgânica e nutrientes, tornando-se um produto com características desejáveis para o setor agrícola e florestal Abreu et al. (2017a). Moraes Neto et al. (2005) afirmam em alguns países, o lodo de esgoto estabilizado vem sendo utilizado, desde década de 70, em plantios florestais como fonte de matéria orgânica, de macro e micronutrientes e condicionador de solos pobres e desestruturados.

A aplicação de lodo de esgoto na silvicultura vindo sendo estudada por diversos autores como Vaz e Gonçalves (2002), Hoffman (2012), Pereira (2012), Padovani (2013) Trigueiro e Guerrini (2014), Lima Filho (2015), Silva (2016), entre outros. A maioria dos trabalhos realizados utilizaram espécies florestais de rápido crescimento, como as do gênero eucalipto. Na área de restauração florestal, as referências indicam preferencialmente o uso de biofóssido para produção de mudas (ABREU et al., 2017a; ABREU et al., 2017b; CABREIRA, et al., 2017a; CABREIRA et al., 2017b). O uso de biofóssido como adubação de plantio de espécies arbóreas nativas ainda são escassos e constituem em uma oportunidade

de desenvolvimento de pesquisa e técnicas silviculturais. Segundo Silva et al.,(2015), há carência de estudos que tenham definido a dosagem ideal para utilização em campo, considerando a alta diversidade de espécies nativas brasileiras. Alguns autores como Silva et al. (2016), vem estudando o efeito da adubação de plantio realizada com biossólido em algumas espécies da caatinga, para fins de restauração e obteve resultados positivos recomendando o seu uso. Lima Filho (2015) trabalhou com algumas espécies arbóreas nativas e também obteve boas respostas, mesmo nas menores doses. Trabalhando com palmeiras, Viega (2004) também obteve bons resultados e indica potencial de uso, porém recomenda estudos complementares.

Entre as espécies com potencial de uso em reflorestamentos para restauração florestal encontra-se *Cariniana legalis*, popularmente conhecida como jequitibá rosa. Estudar técnicas silviculturais aplicadas a esta espécie é importante, por se tratar de uma árvore nativa classificada como secundária tardia, enquadrada na listagem de espécies ameaçada de extinção denominada Lista vermelha divulgada pela CNCFLORA em 2012, classificada como “Em Perigo” segundo a IUCN no critério A2cd. Este fato pode ser atribuído à exploração irresponsável em buscas de seus produtos madeireiros muito valorizados (RÊGO e POSSAMAI, 2001). Assim, o estudo vem contribuir com informações para o aprimoramento da silvicultura da *Cariniana legalis* que contribuirão para futuros esforços de conservação *in situ* da espécie.

2. OBJETIVOS

Avaliar o crescimento *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze sob doses crescentes de biossólido de lodo de esgoto usado como adubação de plantio em vasos, simulando as condições de campo.

Avaliar as variações das características químicas do substrato proporcionado pelas diferentes doses de biossólido.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O biossólido

O lodo de esgoto é um resíduo constituído por sólidos suspensos, composto principalmente por partículas orgânicas com teores variáveis de componentes inorgânicos. É oriundo de águas residuais que foram submetidas a um tratamento sanitário, com o intuito de recuperação de sua qualidade podendo retornar ao meio ambiente com mínimo impacto (ANDRADE, 1999 e CASSINI et al., 2003). Esse resíduo quando higienizado adequadamente, estabilizado e seco, recebe o nome de biossólido (MELO e MARQUES, 2000). Esta nova nomenclatura surge com o objetivo de remover a conotação pejorativa associada ao termo lodo de esgoto e ressaltar que esse material pode e deve ser reciclado e utilizado de forma benéfica (GUEDES et al., 2006). É muito importante frisar que o lodo que não tenha recebido tratamento adequado para controle de poluentes e patógenos não é considerado biossólido (POGGIANI et al., 2000)

O uso do biossólido para fins florestais é apenas uma maneira de utilização sustentável deste resíduo como reuso. Entre tanto, existem outras formas de destinação como a deposição em oceanos, reuso industrial, incineração e destinação para aterros sanitários (SILVA et al., 2000). Segundo Abreu (2017), dentro da perspectiva econômica, a utilização de biossólidos na agricultura e silvicultura vem se mostrando uma alternativa viável, em relação à deposição em aterros sanitários. Ambientalmente, o uso do biossólidos pode ser considerado com uma forma de retorno de grande parte dos nutrientes ao meio ambiente. Na perspectiva socioeconômica, essa atividade pode resultar a geração de empregos nas áreas

agrícolas e florestal e, por conseguinte economia de recursos financeiros na aquisição de insumos agrícolas como adubos químicos comerciais. (MOLINA, 2004; GUEDES, 2005; SILVA et al., 2008; ASSENHEIMER, 2009).

Apesar desta gama benéficos, este material pode apresentar uma compostos orgânicos persistentes, organismos patogênicos ao ser humano e presença de metais pesados, que podem variar de acordo com sua origem e tipo de tratamento submetido. Desta forma o uso do biofóssido em sistemas agrícolas e florestais deve ser precedido com cautelosa análise de risco, visando prevenir possíveis impactos ambientais. (BETTIOL; CAMARGO, 2006). No Brasil, atualmente a Resolução CONAMA n° 375 de Agosto de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente surgiu com o intuito de promover a definições de critérios e procedimentos para o uso agrícola destes resíduos gerados pelas as estações de tratamento de esgoto (CONAMA ,2006).

No setor florestal a adubação de fato é uma das principais utilizações do biofóssido seguido pelo seu uso como condicionador de solos em plantios comerciais (SILVA et al., 2008), em recomposição florestal (CALDEIRA JR. et al., 2009) e na recuperação de áreas degradadas (BORGES et al., 2009). A aplicação do biofóssido como substrato possui o potencial de melhor aproveitamento de nutrientes por parte das plantas quando comparado à adubação mineral. Uma vez que o biofóssido dispõe de seus nutrientes na forma orgânica, que são, de forma gradativa, liberados no sistema suprimindo de maneira mais eficaz suas exigências nutricionais (CARVALHO e BARRAL, 1981). Desde que assegurada à qualidade do lodo em termos de possíveis contaminantes, seu uso florestal também poder ser visto com fonte de energia para os organismos do solo (GUEDES et al., 2006).

Uso agrícola florestal do biofóssido é uma forma de reciclagem que se destaca, pois é um meio de disponibilizar nutrientes para o sistema, reduzindo a pressão de exploração sobre os recursos naturais, favorecendo especialmente, a estruturação do solo. Isto promove uma solução viável para a disposição desse resíduo, de maneira definitiva (ANDREOLI e PEGORINI, 2000). Sendo assim, é possível afirmar que o uso biofóssido pode ser considerado uma adubação complementar realizada com o objetivo de reduzir a utilização de fertilizantes químicos e consequentemente os custos desta operação (BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006). Isto gera uma alternativa conveniente, que propicia a economia de recursos financeiros, energia e reservas naturais (GHINI e BETTIOL, 2009).

3.2 Adubações de plantio

Qualquer tipo de cultivo, seja agrícola ou florestal, implica na retirada de quantidade variáveis dos elementos químicos do ecossistema. Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica apresenta estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Por isso o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental à manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo (SWITZER; NELSON, 1972).

A aceitação internacional da utilização de biofóssido em florestas aumentou ao longo das últimas décadas. Isto se deve aos estudos que viabilizaram o desenvolvimento de uma forte base teórica e prática para sistemas de aplicação ambientalmente aceitáveis e permitiram que houvesse organização e planejamento de aplicação deste material como adubo (SMITH e CARNUS, 1997; ABREU, 2017).

Tsutyta (2001) considera a aplicação de biofóssido em plantações florestais brasileiras é uma alternativa promissora por apresenta uma série de vantagens. De acordo com Melo et al. (2001) o lodo de esgoto contém os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos

vegetais, podendo atender em grande parte à necessidade das árvores. Henry et al. (1994) em experimentos realizados nos Estados Unidos, afirmam que a aplicação do lodo no plantio beneficia os sítios florestais através de um resultado imediato que pode ser constatado pelo crescimento das árvores e da vegetação do sub-bosque a longo prazo, e por conseguinte aumento da produtividade do sítio. No Brasil, experimentos realizados por Campos e Alves (2008) em cultura do eucalipto, indicam que o lodo de esgoto apresentou potencial para substituir fertilizantes minerais. Lima Filho (2015) estudando a adubação com biofóssido em plantio de *Ceiba speciosa*, espécie nativa do bioma Mata Atlântica, submetida a condições de campo, obteve resultados satisfatório mesmo nas menores doses. Este autor afirma que o biofóssido garante a maior disponibilidade de nutrientes no solo e nutrição das plantas quando comparado à adubação com superfosfato simples após seis meses em campo.

Outra vantagem segundo Guedes (2005) seria que os produtos das culturas florestais, normalmente não são comestíveis, diminuindo o risco quanto à entrada de possíveis contaminantes na cadeia alimentar humana. Também afirma que as florestas respondem à aplicação de biofóssido com significativos aumentos de biomassa e de nutrientes absorvidos. Este autor enfatiza que 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 mobilizar certos elementos perigosos, que podem ser exportados do local com a colheita da madeira. Ainda segundo o autor, os nutrientes do biofóssido são liberados de forma mais lenta, podendo ser mais bem aproveitados pelas plantas, diminuindo possíveis perdas por lixiviação. Deste modo, a aplicação do biofóssido como alternativa de adubação orgânica em sistemas florestais, tanto em plantações comerciais como em recuperação de áreas degradadas são indicadas (ABREU, 2017).

O uso do biofóssido em áreas de plantio seria fundamental não apenas para restaurar o equilíbrio deste ciclo, como também reduziria as pressões sobre as fontes naturais de nutrientes utilizadas na produção dos fertilizantes químicos (FARIA, 2007), que tendem ao longo das décadas serem esgotadas.

3.3 Jequitibá Rosa

Devido ao acentuado processo de devastação da Mata Atlântica, em conjunto com a necessidade de reflorestamento em solos com características químicas diferentes, obter informações sobre as demandas nutricionais das espécies utilizadas para estas finalidades, é de grande importância como resposta ao quadro de degradação atual do bioma atlântico (FURTINI NETO et al., 2000).

Cariniana legalis é espécie classificada como secundária tardia por Carvalho (2003), presente na lista vermelha de espécies ameaçada de extinção divulgada pelo CNCFLORA (2012), classificada com “Em Perigo”. Fato que é atribuído à exploração de madeira, desmatamento, redução de habitats e fragmentação do bioma que a espécie se insere e isolamento reprodutivo. Promover mais estudos relacionados a técnicas silviculturais contribuirá para formulações de boas práticas de manejo que favorecerão sua conservação *in situ* da espécie (RÊGO e POSSAMAI, 2001).

Esta espécie pertencente à família da Lecythydaceae é considerada uma das maiores árvores da região Sudeste, segundo Carvalho (2003). É mais popularmente conhecida como jequitibá rosa, mas possui muitos outros nomes vulgares como jequitibá grande, jequitibá cedro, jequitibá agulheiro, pau caixão e pau carga, entre outros, variando conforme a região a qual esteja inserida (IPEF, 2017). Os indivíduos adultos árvores atingem até 25 m de altura e 100 cm de DAP, considerada emergente na floresta. Possui tronco reto, cilíndrico com fuste de até 25 m de altura, copa ampla, globosa e umbeliforme. Seu fruto é do tipo pixídio

lenhoso, com dispersão anemocórica e barocórica. Pode ser encontradas em pequenos grupos no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na formação Baixa Montana, Floresta de Tabuleiro e na Floresta Estacional Semidecidual. Planta semi-heliófila, ou seja, tolerância moderada à luz direta durante os primeiros anos e o seu crescimento pode ser considerado moderado. Naturalmente ocorrem em solos de origem arenítica e basáltica, encontrada em solos rasos, Latossolos e em solos profundos, com boa drenagem e férteis. Porém pode ser plantado em pleno sol em plantio misto ou puro e pode ser manejado por talhadia. (CARVALHO, 2003).

O jequitibá-rosa não ocorre em regiões onde possuem baixas temperaturas, mas pode se adequar às condições climáticas das regiões úmidas da Floresta Pluvial Atlântica. As plantas desta espécie possuem melhor desenvolvimento condições ambientais onde as temperaturas médias se encontram no intervalo de 25 a 35°C, com nível pluviométrico acima de 1.500 mm anuais e solos férteis, com compostos orgânicos em abundância, bem drenados e profundos (RÊGO E POSSAMAI, 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área aberta, no campo experimental Terraço, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) unidade Agrobiologia, localizada no Município de Seropédica, RJ, utilizando vasos com capacidade volumétrica de 18 litros, feitos com material plástico na coloração preta. O período do experimento foi de 29 de março de 2016 a 31 de janeiro de 2017, aproximadamente 10 meses. A espécie utilizada foi *Cariniana legalis* (Martius) Kuntze, conhecida como jequitibá rosa. No período experimental, a precipitação foi de 849 mm. Algumas informações de dados climáticos coletados na Estação meteorológica do INMET, localizada em Seropédica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis climáticas de Seropédica – RJ, em período de 10 meses. Fonte: Estação meteorológica INMET

Mês/Ano	Temperatura (°C)				Precipitação (mm)		Média de UR (%)
	Máx	Máx Média	Mín	Mín Média	Total	Dias	
Abr 2016	37,2	31,8	18,0	20,9	13,6	3	70,1
Mai 2016	33,9	28,2	13,2	17,9	62,0	12	74,1
Jun 2016	29,9	24,5	10,1	15,6	108,0	14	78,7
Jul 2016	34,5	27,2	10,1	16,3	0,0	0	70,2
Ago 2016	36,2	29,0	11,0	16,6	34,8	12	67,8
Set 2016	36,8	28,4	14,4	18,4	49,2	10	72,0
Out 2016	39,0	29,4	14,8	19,7	52,8	14	74,6
Nov 2016	38,0	29,7	14,2	20,1	242,8	19	77,1
Dez 2016	39,3	32,7	17,9	21,7	112,0	19	73,2
Jan 2017	38,6	34,3	21,4	23,3	173,8	21	67,9

UR= Umidade relativa do ar

O substrato utilizado foi retirado da camada de 0-100 cm de um solo de encosta de morro do município de Queimados, RJ, classificado como LATOSSOLO AMARELO endoálico distrófico de textura argilosa (FONSECA, 2010) e sua análise química encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Análise química do solo utilizado para o crescimento das plantas de *Cariniana legalis* para os diferentes tratamentos de fertilização

pH	P	K ¹⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	Corg
H ₂ O	----- mg.dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	-----	-----	- g.dm ⁻³ -
5,1	1,0	27	0,4	0,2	0,9	45,0	1,7

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P e K: extrator Mehlich¹; Ca, Mg e Al: extrator de KCl 1,0 N.

Para definição dos tratamentos foram consideradas as informações da análise química do solo (Tabela 2), considerado de baixa fertilidade, em conjunto com as informações oriundas da análise química do biofóssido (Tabela 3). Embasados nestes dados e na recomendação feita por Lima Filho (2015), foi empregada como dose padrão 3,0 litros de biofóssido por planta. As demais doses foram definidas como a metade e o dobro da dose padrão, resultando nas seguintes doses, 1,5; 3,0 e 6,0 litros de biofóssido por vasos, e por fim, foi utilizado tratamento testemunha, onde não há adição do biofóssido. Colocou-se no fundo de todos os vasos, 2 litros de brita nº 1 para possibilitar uma boa drenagem. Dessa forma, os tratamentos constituem as seguintes proporções, a testemunha preenchida apenas com terra totalizando 16 L; 1,5 L de biofóssido para 14,5 L de terra; 3,0 L de biofóssido para 13 L de terra; 6,0 L biofóssido para 10 L de terra.

Tabela 3: Análise química do biofóssido (amostra base seca) em %, utilizado como fertilizante no crescimento de *Cariniana legalis*

pH (H ₂ O)	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	MO
5,5	1,94	0,81	0,19	1,59	0,19	0,27	35,3

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5; Extrator Mehlich 1; Extrator: KCl - 1 mol/L; N total - Digestão sulfúrica - Destilação Kjeldhal; MO = Matéria Orgânica - C. Org x 1,724 - Walkley-Black.

As diferentes doses de biofóssido foram misturadas a terra de subsolo e homogeneizadas na forma de organomineral, em seguida, os vasos foram envasados com o substrato, exceto os tratamentos testemunhas. As plantas utilizadas no experimento foram produzidas no viveiro do Instituto de Florestas, da UFRRJ, a partir de sementes coletadas de 15 matrizes localizadas no município de Jerônimo Monteiro – ES. A semeadura foi realizada diretamente em tubetes de 280 cm³ em substrato composto por 80% de biofóssido e 20% de vermiculita. Na época de transplante para os vasos, as mudas apresentavam altura da parte aérea média de 43 cm e rustificadas.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, composto por seis repetições. Passado 3 dias sem chuvas, cada vaso recebia em torno de 2 litros de água. Para evitar perdas ou interferências devido à competição com plantas espontâneas, foram realizadas mondas dos vasos, garantindo que os vasos livres de matocompetição.

As avaliações consistiram de medição de altura da parte aérea e do diâmetro de coleto aos 2, 6 e 10 meses após o transplântio. No 4º e 10º meses foram retiradas, com uso de trado de rosca, quatro amostras de solo de cada tratamento na profundidade de 25 cm. Estas foram encaminhadas para o laboratório de análise química de solo para a determinação de pH e teor de macronutrientes.

Ao final do 10º mês de experimentação, todas as plantas tiveram parte aérea separada do sistema radicular e levada imediatamente para laboratório para determinação da área foliar, com o auxílio do medidor LICOR 1600. O sistema radicular foi separado do solo, sendo cuidadosamente lavado em água corrente. Parte aérea e sistema radicular foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa a 65° C e submetidos à secagem até atingir peso constante. Posteriormente, o material foi pesado onde se determinou a massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Os dados de altura da parte aérea e de diâmetro do coleto avaliados nas três épocas foram submetidos à análise de variância. As mesmas análises foram para área foliar, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca do sistema radicular, obtidos aos 10 meses após o transplântio. Quando detectadas diferenças significativas da característica de crescimento entre os tratamentos, estes foram submetidos à análise de regressão. Para realização das análises estatísticas utilizou-se o software Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento

Pela análise de variância, constatou-se que nas três épocas após o transplântio das mudas para os vasos, não houve diferenças significativas ($P \geq 0,95$) em altura (Figura 1) e em diâmetro coleto (Figura 2) sob as diferentes doses de biofósforos que foram colocadas nos vasos. Estes resultados diferem dos encontrados por Lima Filho (2015), que estudou os efeitos do uso do biofósforo em *Ceiba speciosa*, também usando biofósforo, solo e vaso semelhante ao deste trabalho. Estas diferenças devem-se provavelmente ao fato de jequitibá rosa, ser espécie de estágio sucessional secundária tardia (Carvalho, 2006) e com isso apresentar menor taxa de crescimento e menores respostas a adubação, quando comparadas a paineira rosa que é considerada espécie pioneira.

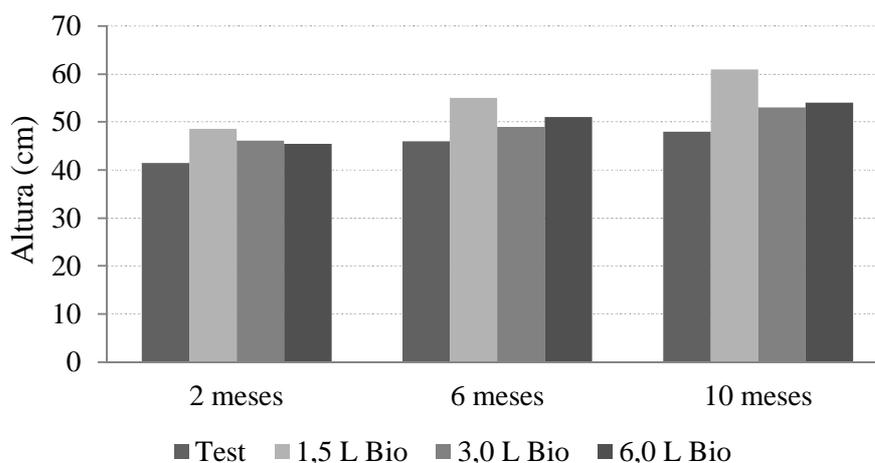


Figura 1: Crescimento médio em altura da parte aérea de plantas de *Cariniana legalis*, em três idades após o transplântio sob tratamento de adubação de plantio em cultivo em vasos.

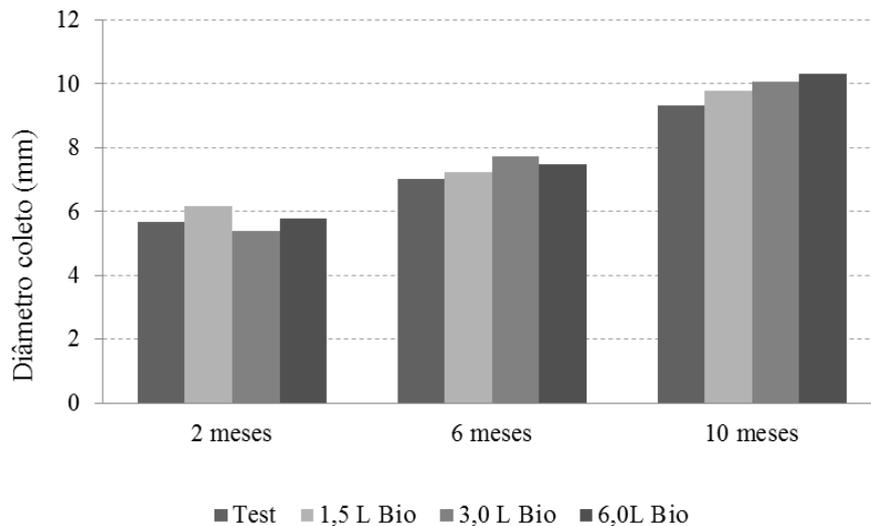


Figura 2: Crescimento médio em diâmetro do coleto de plantas de *Cariniana legalis*, em três idades após o transplântio sob tratamento de adubação de plantio em cultivo em vasos.

Na avaliação destrutiva realizada no final do experimento, cujos dados são apresentados na Tabela 4, constatou-se que apenas para área foliar houve diferenças significativas entre os tratamentos. Observa-se que no tratamento com 6,0 litros de biofóssido por vaso, para as três variáveis, a variação em torno da média foi alta. Isto mostra que algumas plantas neste tratamento responderam mais do que outras.

Tabela 4: Valores das características de crescimento de *Cariniana legalis*, em cultivadas em vasos sob três doses de biofóssido e testemunha, após 10 meses após transplântio

Tratamentos (litro / vaso)	Área foliar ----- cm ² -----	Massa seca parte aérea ----- g.planta ⁻¹ -----	Massa seca raízes
0,0	177 (168)	11,7 (3,8)	23,3 (5,6)
1,5	354 (216)	18,6 (5,9)	24,8 (9,5)
3,0	541 (278)	23,9 (11,7)	23,6 (7,9)
6,0	919 (672)	31,0 (20,9)	22,4 (17,0)

Valores entre parenteses refere-se a desvio padrão.

Ao realizar análise de regressão linear, nenhuma equação apresentou bom ajuste da área foliar em função das doses de biofóssido. Isto ocorreu devido a alta variabilidade dos dados (coeficiente de variação = 78%).

Ao observar a Figura 3, é perceptível que a planta média de jequitibá, do tratamento adubado com 6 L de biofóssido apresenta maior área foliar e o tratamento que obteve os menores resultados foi a testemunha. O conhecimento da área foliar é de fundamental importância, por ser um parâmetro utilizado na avaliação do desenvolvimento vegetal. A área foliar de uma dada espécie vegetal é diretamente relacionada com a sua capacidade fotossintética e de interceptação de luz, entre varias outras características (SEVERINO et al., 2004).

Esperava-se que resultados apresentassem algumas diferenças significativas entre a testemunha e os tratamentos com adubação com biofóssido dentro deste intervalo de tempo,

mesmo se tratando de uma espécie de crescimento moderado, por se tratar de um material é rico em material orgânica, associado ao fato que maioria das espécies florestais possuem como fonte de nutrientes a matéria orgânica (PAIVA et al., 2009). Outra hipótese poder ser que o tempo de cultivo da espécie tenha sido inadequada. Durante a condução do experimento foi observado que, em dias de alta insolação e temperatura (Tabela 1), o solo do vaso esquentava bastante e isto pode ter prejudicado o crescimento das plantas e a falta de resposta. Também é possível que a condição de vaso, com restrição de solo e facilidade de ressecamento fez com as plantas apresentassem poucas respostas. Por outro lado, de acordo com Duboc et al. (1996), estudos apontam a existência de espécies arbóreas nativas com baixo requerimento nutricional para macronutrientes. Fonseca (2015), trabalhando com o biossólido para produção de mudas de *Cariniana legalis* em sacos plásticos observou que esta espécie não apresentou diferenças significativas crescimento dos substratos com 80% de seu volume com biossólido, com relação ao substrato com 20% deste composto orgânico. Trabalhando com a mesma espécie e terra de subsolo solo semelhante para produção de mudas, Batista (2009) observou que apenas as características altura, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca total apresentaram resposta significativa à aplicação de doses de fósforo. Embora houvesse respostas, não foram encontrados modelos estatísticos que se ajustassem adequadamente e explicassem as respostas observadas.



Figura 3: Foto de plantas médias de *Cariniana legalis* sob 0; 1,5; 3,0 e 6,0 litros de biossólido aos 10 meses após transplantio.

Os resultados indicam as plantas de jequitibá rosa apresenta baixa exigência nutricional e isto está relacionada à sua taxa de crescimento, embora Rego e Possamai (2001) afirma que esta espécie se desenvolve melhor em solos férteis. Segundo Lambers e Poorter (1992), normalmente as espécies com crescimento lento, adaptadas a solos pouco férteis, têm baixa taxa de utilização, sendo menos responsivas ao fornecimento de nutrientes, que provavelmente pode ter ocorrido com as plantas de jequitibá neste trabalho. Em estudos realizados com quatro espécies arbóreas nativas classificadas em diferentes estágios sucessionais e submetido a diferentes doses de biossólido em casa de vegetação, Paiva et al. (2009) constataram que as espécies com classificadas em estágios sucessionais iniciais como a *Bauhinia forficata* Link, *Schinus terebinthifolia* Raddi e *Cytarexylum myrianthum* Cham foram mais responsivas a adubação com

biossólido do que *Myroxylon peruiferum*, dentro de um mesmo período de tempo. No entanto, mesmo esta última espécie considerada típica de final de sucessão, classificada como clímax, aos quatro meses, apresentou resposta positiva em crescimento após a adição de biossólido ao substrato.

Embora neste trabalho tenha ocorrido diferenças significativa apenas para área foliar, percebe-se uma tendência de obtenção de melhores resultados conforme houve o aumento das doses de biossólido (Figura 3). Isto pode ser um indicativo que a duração do experimento não pode ter sido suficiente, em conjunto com a limitação radicular imposta pelo vaso. A textura argilosa do substrato também pode ter influenciado negativamente devido a má drenagem uma vez que o substrato passou por um processo de peniramento para fins de padronização. Embora alguns autores sugerem que esta espécie responda pouco a disposição de nutriente, testar doses maiores de biossólido e trocar o recipientes por um maior e talvez testar outros tipos de solo seria interessante. Testar outras formas de montagem do experimento e abordagem estatística também é sugerível, uma vez que Paiva (2009) usando delineamento em bloco casualizado para avaliar a resposta em crescimento da mesma espécie a adubação fosfatada, obteve resultados significativos.

5.2 Características do solo

A adição do biossólido nos vasos com plantas de *Cariniana legalis* promoveu, variações em sua maioria positivas (Figura 4), nas características químicas do solo analisadas, principalmente no que diz respeito a disposição de nutrientes para as plantas em geral. Os resultados demonstraram que conforme houve aumento das doses de biossólido também houve aumento significativo na presença dos macronutrientes.

Segundo RAIJ e ABREU (1996), os nutrientes presentes em adubos orgânicos possuem liberação mais lenta do que os adubos químicos, pois são dependentes da mineralização da matéria orgânica, proporcionando maior disponibilidade ao longo do tempo, principalmente fósforo e nitrogênio. Por isso, este comportamento dos adubos orgânicos parece ser interessante para as espécies arbóreas nativas, que possuem crescimento inicial relativamente lento.

Avaliando a capacidade do biossólido em recuperar áreas degradadas, Castro et al. (2002) observaram teores de fósforo estatisticamente superiores nos tratamentos com lodo de esgoto. Este comportamento também foi observado neste experimento, na figura 4 A, pode-se verificar que a testemunha apresentou teores quase nulos, principalmente aos 4 meses, onde houve o registro da maior concentração de fósforo no tratamento com a maior dose. Porém neste tratamento também foi registrado a maior redução deste mineral no intervalo de seis meses. Segundo Bettioli e Camargo (2003), a lixiviação deste mineral é quase impossível, devido ao fato dos solos brasileiros serem pobres em fósforo e por este mineral, geralmente, se encontrar fortemente adsorvidos às partículas do solo e afirmam que este elemento só será perdido se ocorrer erosão destas partículas. Ainda segundo estes autores, a liberação de ácidos orgânicos devido à mineralização da matéria orgânica favorece a liberação de fósforo tornando disponível. Eles pressupõem que a modificação da disponibilidade do fósforo, após a adição do biossólido, redistribui este elemento entre as principais frações no solo. Isto faz com que as formas orgânicas e inorgânicas deste elemento, presente no lodo de esgoto, siga diferentes rotas até encontrarem o estado de equilíbrio, de acordo com as características do solo em que ele foi adicionado. Essa diferença ocorrida nos teores de fósforo, demonstradas aos 4 e 10 meses, pode ter acontecido devido absorção por parte da planta ou o solo pode ter sofrido perdas, pois durante este intervalo de tempo entre as análises também foi o intervalo que ocorreu os maiores índices de precipitação, conforme mostra a Tabela 1. Como não foram feitas análise nutricional das plantas, fica difícil afirmar o quanto foi absorvido de fosforo em

cada tratamento, mas é possível presumir que houve absorção, mesmo que pequena, uma vez que as doses de nitrogênio fornecido pelo biofósforo pode aumentar a absorção de fósforo por parte da planta.

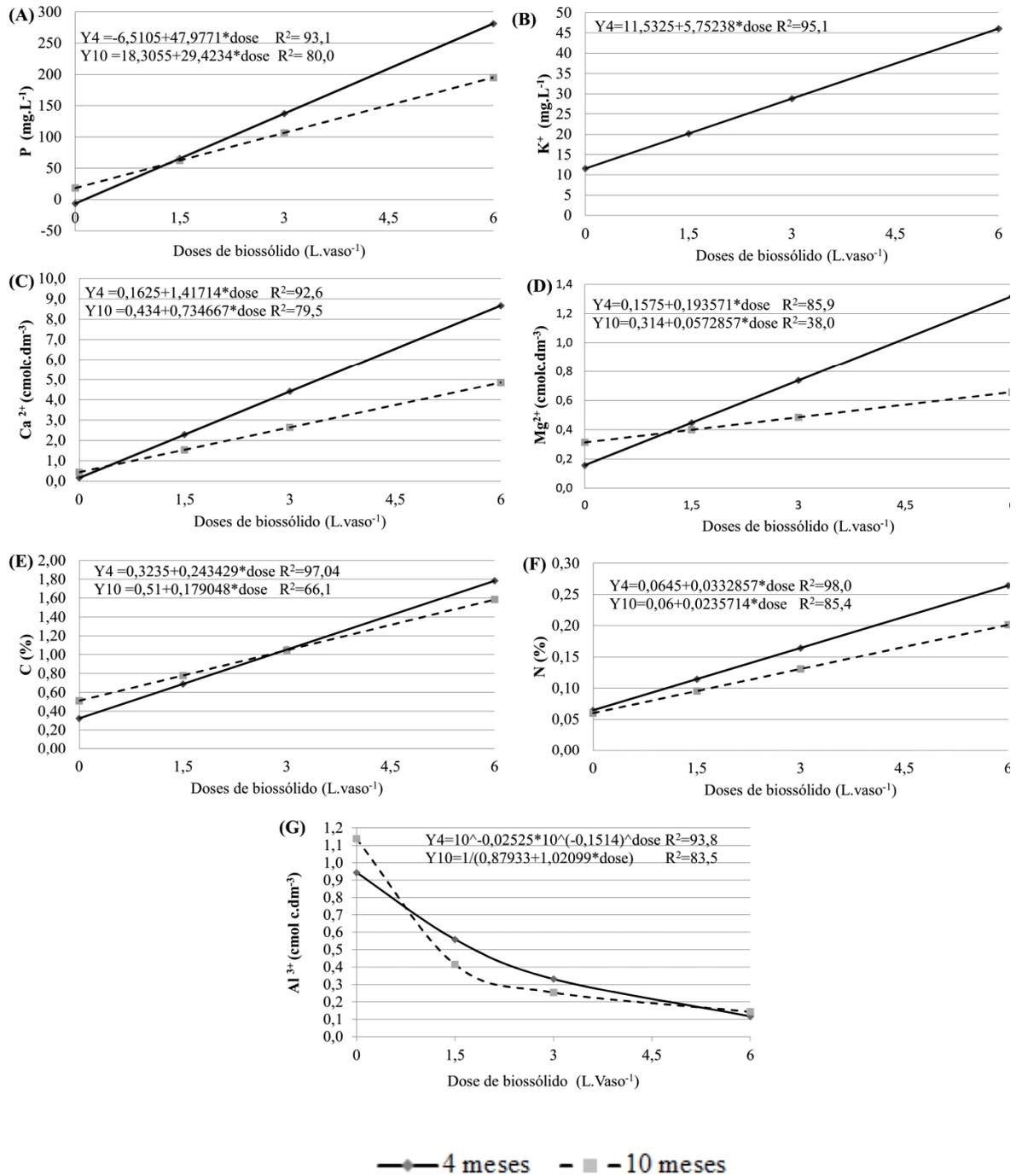


Figura 4: Teor de nutrientes contidos no solo dos vasos cultivados com *Carianiana legalis*, aos 4 e 10 meses após o transplante, sob diferentes doses de biofósforo.

Fontes alternativas, como os adubos orgânicos, são apontadas como formas de minimizar as perdas de nitrogênio por lixiviação (MACEDO et al., 2012). O lodo de esgoto apresenta riqueza em nutrientes, principalmente nitrogênio, tem sido utilizado em muitos

países como fertilizante (BINDER et al., 2002). Na área florestal experimentos em plantios de eucalipto, mostram que aplicação de lodo de esgoto pode substituir a fertilização nitrogenada, fosfatada, sem afetar a produção de madeira (SILVA et al., 2008). O solo utilizado para o experimento é pobre em nitrogênio, como é possível verificar no resultado obtido pela testemunha, na figura 4F, ao adicionar biossólido, mesmo a menor dose surtiu efeito e mais que dobrou os teores deste nutriente. Na maior dose houve um aumento de 5 vezes em relação aos teores iniciais. Também foi observado aos 10 meses reduções nos teores de nitrogênio em todos os tratamentos. De acordo com Bettiol e Camargo (2003) para que não haja perdas de nitrogênio por lixiviação o ideal é que a dose esteja ajustada com a taxa de mineralização deste nutriente conjuntamente com a demanda da cultura. A maior dose de biossólido registrou a maior redução no teor de nitrogênio, no intervalo de seis meses, enquanto a menor dose registrou a menor redução. Pode ter ocorrido perdas por lixiviação do nitrogênio na forma de nitrato, já que foi verificado que a espécie escolhida possui baixa demanda em sua fase inicial de crescimento.

Simonete et al. (2003), estudando o efeito do lodo de esgoto em um Argissolo na cultura do milho, verificaram que em virtude dos aumentos dos teores trocáveis de cálcio, magnésio e potássio, com aplicação de lodo de esgoto no solo, houve um aumento proporcional na soma de bases do solo. Em experimento de *Eucalyptus grandis*, Rezende (2005) observou aumento nos teores de cálcio e magnésio em todas as camadas do solo tratado com biossólido, porém não significativos. Neste trabalho, nas estimativas realizadas aos 4 meses detectou-se que a adição biossólido no vaso promoveu aumento linear da concentração de cálcio, magnésio e potássio (Figura 4B, 4C e 4D). Porém, aos 10 meses houve perdas destes nutrientes principalmente na maior dose, que foi proporcionou maior oferta. O potássio foi o elemento que sofreu mais perdas. No 10º mês não houve diferenças significativas entre os tratamentos, se opondo aos resultados aos 4 meses. Isso pode ter ocorrido por se tratar de um mineral altamente solúvel que passou por um período chuvoso neste intervalo. Embora, de modo geral, o lodo de esgoto é pobre em K, não suprindo as necessidades das plantas (BARBOSA, 2006), neste trabalho o biossólido, aparentemente forneceu teores mais que o suficiente não apenas de potássio como cálcio e magnésio para a espécie trabalhada.

Dentre os nutrientes fornecidos pelo biossólido avaliados neste trabalho, o carbono foi o elemento que sofreu as menores perdas (Figura 4E). Porém ao avaliar os dados aos 4 meses, verificou-se que houve um aumento linear conforme houve aumento das doses, indicando que no primeiro momento, ocorreu uma elevação considerável nos teores de carbono quando comparado à testemunha. Stevenson (1982) afirma que a adição de material orgânico do solo pode estimular a decomposição do húmus devido ao aumento demasiado da população microbiana, que produz as enzimas que atacam a matéria orgânica nativa do solo, ocasionando perdas de carbono. Entretanto, o autor observa que sucessivas aplicações poderiam recuperar e inclusive aumentar o teor de matéria orgânica do solo. Embora tenha havido perda com o tempo, esse fenômeno ocorreu apenas na maior dose aplicada em contrapartida, a menor dose apresentou ganho deste nutriente com o passar do tempo. Hoffman (2012) analisando o potencial do uso do biossólido em áreas degradadas concluiu que a adição deste composto proporcionou incrementos nos teores de carbono.

Em experimento, Bortolli (2009) com cultivo de eucalipto e braquiária após a reaplicação de biossólido, concluiu que o aumento no teor de matéria orgânica, devido a adição de biossólido, melhora a fertilidade, eleva o pH, diminuindo a acidez potencial. Ao verificar as concentrações de Al é possível notar que conforme as doses de biossólido aumentaram houve uma diminuição dos teores de Alumínio (figura 4G). Mesmo nas menores

doses, deve ser considerado um efeito positivo, embora a adição do bio sólido, durante o experimento, não promoveu diferenças significativas no pH do solo. Ao observar as doses de 1,5 e 3,0L, é possível afirmar que houve redução nos teores, em quanto à testemunha apresentou a aumento na concentração deste elemento fitotóxico no intervalo de 6 meses, a maior dose apresentou os menores teores em ambas as análises, mas não apresentou variações entre elas. Alguns trabalhos (BARBOSA e TAVARES FILHO, 2006; LIMA FILHO, 2015) mencionam que o bio sólido oriundo do lodo adicionado ao solo surtiu efeito corretivo sobre a acidez, reduz o teor de alumínio trocável e melhora as condições de absorção e nutrientes pelas plantas.

6. CONCLUSÕES

Considerando as condições que se realizou este trabalho, as plantas de *Cariniana legalis* foram pouco responsivas a adição das doses crescentes de bio sólido de lodo de esgoto durante o período de 10 meses.

A adição das doses do bio sólido promoveu aumento de maneira linear à maioria dos nutrientes analisados contidos no substrato selecionado para o cultivo das plantas. Mesmo a menor dose promoveu reduções no teor de alumínio no solo.

Baseados nos resultados das características químicas do solo e crescimento das plantas recomenda-se para o plantio da *Cariniana Legalis* a dose de 1,5 L.Vaso⁻¹.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. **Reciclagem agrícola e florestal de lodo de esgoto no estado do Rio de Janeiro**. 2017. 85f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

ABREU, A. H. M., MARZOLA, L. B., MELO, L. A., LELES, P. S. S., ABEL, E. L. S., ALONSO, J. M. Urban solid waste in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 83–87, 2017a.

ABREU, A. H.M., LELES, P. S. S., ALONSO, J. M., ABEL, E. L. S., OLIVEIRA, R. R. Characterization of sewage sludge generated in Rio de Janeiro, Brazil, and perspectives for agricultural recycling, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2433 – 2448, 2017b.

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 4, p.391-470. 2005.

ANDRADE, C. A. **Nitratos e metais pesados no solo e em plantas de *Eucalyptus grandis* após aplicação de bio sólido da ETE de Barueri**. 1999. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) -Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

AISSE, M.N.; VAN HAANDEL, A C.;VON SPERLING, M. CAMPOS, J.R.; CORAUCCI FILHO, B; ALEM SOBRINHO, P. Tratamento e Destino Final do Lodo Gerado em Reatores Anaeróbios. In: CAMPOS, J.R. **Alternativas para Tratamento de Esgotos. Pré – Tratamento de Águas para Abastecimento**. Americana : consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, n.9, p.271-299, 1994.

ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E. S. Gestão Pública do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto. 1.ed.: **Embrapa Meio Ambiente**, 2000. p.281-312.

ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de biossólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência** v.5 n.2 p.321 - 330 Maio/Ago. 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**, 17:94-101, 2002.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influências nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina - Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 565 – 580, 2006.

BATISTA, J. I. L.F. **Crescimento de mudas de jequitibá rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntz e canudo de apito (*Mabeia fistulifera* Mart.) em resposta à calagem e a doses de fósforo**. 2009. 68f. Dissertação (Ciência Florestal) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. DE. Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura. Jaguariuna: **EMBRAPA Meio Ambiente**,2006.349p

BINDER, D.L.; DOBERMANN, A.; SANDER, D.H.; CASSMAN, K.G. (2002) Biosolids as nitrogen source for irrigated maize and rainfed sorghum. **Soil Science Society of American Journal**, v. 66, p. 531-543.

BORGES, T. A.; SILVA, C. M.; BALDUÍNO, A. P. C.; SOARES, J. A.; PEREIRA, C. E. B. Uso de lodo de esgoto na recuperação de área degradada no Distrito Federal. **Revista AIDIS**, Juriquilla, v. 2, n. 1, p. 65 – 75, 2009.

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.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. Bioma Mata Atlântica. <www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso dia 12 de outubro de 2017.

CABREIRA, G. V. **Biossólido de lodo de esgoto na restauração florestal: produção de mudas e adubação de plantio**. 2017. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017a.

CABREIRA, G. V., LELES, P.S. S., ALONSO, J.M., ABREU, A.H.M., LOPES, N.F., SANTOS, G.R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 165–176, 2017b.

CALDEIRA JR, C. F.; SOUZA, R. A.; SANTOS, A. M.; SMAPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Características químicas do solo e crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott em área degradada adubada com lodo de esgoto e silicato de cálcio. **Revista Ceres**, v. 56, n. 2, p. 213 – 218, 2009.

CAMPOS, F.S.; ALVES, M.C. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1389-1397, 2008.

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

CNCFLORA. *Cariniana legalis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cariniana legalis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cariniana_legalis)>. Acesso em 3 dezembro 2017.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras** –Brasília : EMBRAPA Informações Tecnológicas: Embrapa Florestas, v.1, 640p., 2003.

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, RIMA ABES**, 2003. p.1-9.

CASTRO, L. A. R. de; ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E. S.; TAMANINI, C. R. FERREIRA, A. C. Efeitos do lodo de esgoto como recuperados de áreas degradadas com finalidade agrícola. V SIMPOSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Anais... jun., 2002.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996.

FARIA, L. C. **Uso do lodo de esgoto (biossólido) como fertilizante em eucaliptos: demanda potencial, produção e crescimento das árvores e viabilidade econômica**. 2007. 106f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FONSECA, A. C. **Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais vulneráveis a extinção**. 2015. 17f. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba, IPEF, 2000, p 351-383

GHINI, R.; BETTIOL, W. Uso agrícola de lodo de esgoto pode ter efeitos na ocorrência de doenças de plantas. EMBRAPA. Meio Ambiente. 2009. Disponível em<http://www.usp.br/cirra/arquivos/raquel_lodo.doc> Acesso em 10/09/2017.

GONÇALVES, L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13. Águas de Lindóia, 1996. Resumos... Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GUEDES, M. C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 154p. Tese (Silvicultura e Manejo Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2005.

GUEDES, M. C. et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p.267-280, 2006.

IPEF. Identificação de espécies florestais, *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em <www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=5>. Acesso em 3 de dezembro 2017.

HENRY, c.r., COLE, D.W.; HARRISON, R.B.; BENGTSSON, J.; LUNDKVISK, H. Use of municipal sludge to restore and improve site productivity in forestry: the Pack Forest Sludge Research Program. **Forest Ecology and Management**, v. 66, n.113, p.137-149, 1994.

HOFFMAN, R. B. **Potencial de uso biossólido para fins de recuperação de áreas degradadas**. 2012, 82f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, London, v. 23, p. 188-261, 1992.

LIMA FILHO, P. **Biossólido na restauração florestal: formação de mudas e adubação de plantio**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

MAGNAGO, L. F. S.; KUNZ, S.H.; MARTINS, V. S. Modelos de restauração florestal. In: **Restauração Florestal e a bacia do Rio Guandu**. Edur-UFRRJ, p 49-60, 2015.

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 agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-142.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso agrícola do lodo de esgoto e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, J.A.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. (Eds.). **Biossólido na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001, p.289-363

MOLINA, M. V. **Nitrogênio e metais pesados em latossolo e eucalipto cinquenta e cinco meses após a aplicação de biossólido**. 66p. Dissertação (Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.

MORAES NETO, S. P.; ABREU JUNIOR, C. H.; MARAOKA, T. **Uso do biossólido em plantios florestais**. Distrito Federal, Planaltina, 2007. 26 p.

PADOVANI, V. C. R. **Uso de composto orgânico de lodo de esgoto para adubação de plantio de essências florestais**. 2013, 123f. Tese (Doutorado) –Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de engenharia agrícola, 2013.

PAIVA, A.V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; FERRAZ, A.V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009.

POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de lodo de esgoto em plantações florestais: 1- reflexos no ciclo de nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Eds.) **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000, p.163-178.

RAIJ, B.V; CANTARELA, H.; QUANGGIO, J.A.; FURLANI, A.M. C.(Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RÊGO, C.M.; POSSAMAI, E. **Recomposição florestal - Cultivo do jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 24p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circulartécnica, 25).

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. Métodos de controle de plantas daninhas. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. (Eds.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília, DF : Embrapa, p. 1-17, 2017.

SEVERINO, L.S.; CARDOSOS, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da momoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, n.1, p. 753-762, 2004.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II – Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.2, 2000, p.497-503.

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**, v. 36, n. 77, p. 79-88, Mar. 2008.

SILVA, V. E. P.S.G.; BEZERRA, J. D. S.; SILVA, L.; BUARQUE, P. M. C; SILVA, M. A. M. Influência da aplicação do lodo de esgoto no diâmetro de espécies vegetais da caatinga. **Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental**, 2016, Rio de Janeiro/RJ.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J.C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

SMITH, C.T.; CARNUS, J.M. Biosolids – planning and design. In: The forest alternative. Principles and practice of residuals use. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE USE OF RESIDUALS AS SOIL AMENDMENTS IN FOREST ECOSYSTEMS. Proceedings// Seattle: University of Washington, 1997. p.45-52.

STEVENSON, F. J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. New York: J. Wiley & Sons, 1982.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. Soil Science Society of America Proceedings. **Madison.**, v. 36, p. 143 – 147, 1972.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis** p. 150-162, 2003.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira pimenteira. **Revista Árvore**, v.38, n.4, p.657-665, 2014

TSUTYA, M.T. Alternativas de disposição final de biossólidos. In: TSUTYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELF, A.J.; MELO, W.J.; MARQUE, M.O. (Ed). **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. Cap.5, P.133-180.

VAZ, L. M. S.; GONSALVES, J. L. M. Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: Efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 26, p 747-758, 2002

VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; BERTON, R.S.; GODOY JÚNIOR, G.; CEMBRANELLI, M.A.R. Aplicação de biossólido na implantação da cultura da pupunheira. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 131-135, 2004.