

## **I-346 - APROVEITAMENTO DE LODO DE ETA PARA PRODUÇÃO DE MUDA FLORESTAL**

**Ana Silvia Pereira Santos<sup>(1)</sup>**

Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ.

**Cleonice Lucia Barbosa Mattos da Cruz**

Engenharia Civil. Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – PEAMB/UERJ.

**Elisabeth Riter**

Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ.

**Júlio César da Silva**

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Francisco Xavier 525 - Sala 5008 / Bloco E - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ – CEP: 20550900 – Brasil - Telefone: +55 (21) 2334-0311 Ramal: 22 – e-mail: ana.pereira@uerj.br

### **RESUMO**

Numa estação de tratamento de água (ETA) tem-se o lodo como o principal resíduo sólido gerado ao longo dos processos realizados, principalmente nos decantadores. Este lodo de ETA deve ser destinado de acordo com as especificações estabelecidas, sendo que a sua principal destinação final, no Brasil, é o aterro sanitário. Porém, a recuperação e o reaproveitamento do lodo já estão sendo realizados ao longo dos anos em diversos países e para diversos fins. Logo, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de substituição deste solo comercial pelo lodo de ETA a ser utilizado na composição do substrato para plantio de mudas da espécie *Pterocarpus violaceus*, conhecida como Aldrigo. Por isso, foi realizado um experimento composto de 6 diferentes substratos, denominados de “traços” (T1 a T6), compostos por diferentes proporções de lodo de ETA, lodo de estação de tratamento de esgotos (ETE) e solo comercial. Somente no Traço T1 utilizou-se uma porção de solo comercial, denominado traço testemunho, corresponde àquele que atualmente é utilizado nos viveiros, composto de 50% de solo comercial e 50% lodo de ETE. Os demais traços, não possuem o solo comercial, o qual foi substituído pelo lodo de ETA. Portanto, os traços T2 a T5 mesclam percentuais de lodo da ETA e lodo da ETE e o Traço T6 possui 100% lodo de ETE. Após a realização do experimento, procedeu-se a análise dos resultados obtidos e observou-se que o traço T5 se destacou em, praticamente, todas as avaliações apresentadas, se mostrando um bom substrato para o crescimento das mudas da espécie estudada. Por fim, utilizou-se este traço T5 para cálculo dos custos provenientes da utilização do lodo de ETA em substituição ao solo comercial. Portanto, calculou-se a redução de volume anual de solo a ser extraído das jazidas; a redução do custo anual proveniente da aquisição deste solo; o aumento do volume anual de lodo de ETA a ser reaproveitado e não destinado ao aterro sanitário; a redução do custo anual de destinação deste lodo de ETA e a consequente redução de custo anual total devido à substituição do solo comercial pelo lodo de ETA. Além disto, é importante considerar o benefício ambiental indireto, já que este procedimento indicado reduz a retirada de um recurso natural do ambiente (solo) e aumenta a vida útil do aterro sanitário, devido ao reaproveitamento deste lodo de ETA ao invés de sua disposição no aterro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo Sólido, Aldrigo, ETE, Traços, Custo.

## INTRODUÇÃO

O lodo é o principal resíduo de uma estação de tratamento de água (ETA), que é parte integrante de um sistema de abastecimento de água (SAA) de uma localidade. O lodo é na sua maioria proveniente dos decantadores e em minoria da lavagem dos filtros. A sua composição é de materiais orgânicos e inorgânicos provenientes da água captada e varia de acordo com o uso da bacia hidrográfica, na qual o manancial está inserido. Também, compõem o lodo produtos químicos utilizados no tratamento, geralmente, sulfato de alumínio adicionado no processo de coagulação, além de cal, polímeros e outros produtos.

O lodo de ETA é considerado resíduo sólido, de acordo com a NBR 10004/04 (ABNT, 2004) e por isso deve ser destinado de acordo com as exigências tecnológicas estabelecidas. O descarte do lodo no corpo receptor, além de provocar danos à saúde da população e ao meio ambiente, devido à poluição ou contaminação do corpo hídrico, é considerado crime ambiental de acordo com a Lei 9605/98 (BRASIL, 1998). Entretanto, de acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo IBGE e publicada em 2010 (IBGE, 2010), no Brasil, até aquele ano, 62% do lodo de ETA ainda eram lançados em cursos de água sem qualquer tratamento, infringindo as leis de disposição de resíduos sólidos e do lançamento de efluentes em corpos d'água.

Em alguns países desenvolvidos, a recuperação e o reaproveitamento do lodo já vêm sendo adotados ao longo dos anos. Na França 53% do lodo gerado nas ETA são reaproveitados na construção civil e na compostagem; na Holanda, em 1989, apenas 2% do lodo eram lançados em cursos d'água, 7% utilizados no controle de gás sulfídrico e 12% eram utilizados na agricultura; nos Estados Unidos, 25% do lodo de ETA é utilizado como insumo agrícola e 11% lançado no corpo hídrico (ADLER, 2002; PEREIRA, 2011; AWWARF, 1999, OLIVEIRA et al, 2015).

É importante destacar que para destinar adequadamente o lodo, muitas vezes há a necessidade de redução do teor de umidade, a fim de torná-lo mais sólido e com menor volume. Assim é possível facilitar o seu transporte e diminuindo tanto o custo de transporte como o de destinação final.

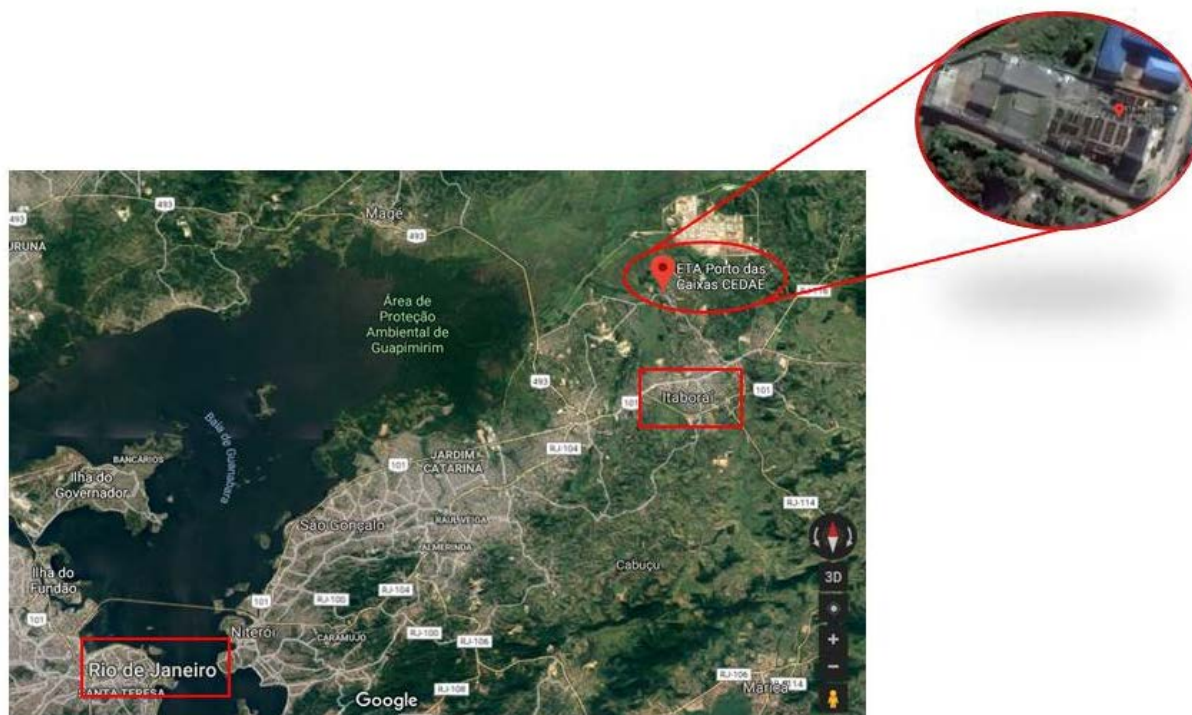
Geralmente, no Brasil, considera-se o aterro sanitário como destino final adequado para os resíduos sólidos, inclusive para o lodo de ETA. Porém existem várias formas de se reutilizar ou de se reciclar o lodo de ETA, antes da disposição adequada. Entre eles, pode-se citar a utilização na construção civil, com a incorporação do lodo em blocos cerâmicos e solo-cimento, como material de cobertura de aterro sanitário, reciclagem de coagulantes, recuperação de áreas degradadas e como substrato no plantio de mudas. A reutilização do lodo é uma prática cada vez mais recorrente nas companhias de saneamento, visto que além da diminuição do custo de destinação final do resíduo, as empresas estão atendendo a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) em relação à prioridade do gerenciamento dos resíduos sólidos.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o potencial de incorporação do lodo de tratamento de água para a produção de muda florestal, em relação às análises físicas dos insumos, análises químicas dos traços (substratos compostos com diferentes percentuais de lodo de ETA), análise das mudas e os benefícios ambientais e econômicos.

## METODOLOGIA

O lodo utilizado no experimento é oriundo da ETA Porto das Caixas, operada pela Companhia de Água e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE), localizada no município de Itaboraí no estado do Rio de Janeiro, conforme pode ser observado na Figura 01. A capacidade de tratamento da ETA é de 260 L/s, suas instalações contam com seis decantadores e quatorze filtros de areia e na etapa físico-química utiliza-se o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) como coagulante. A caracterização do lodo efetuada como rotina operacional pela CEDAE, através das recomendações da NBR 10.004/04, indicou ser este um Resíduo Sólido Não Perigoso e Não Inerte – Classe IIA.

**Figura 01 - Localização da ETA Porto das Caixas no município de Itaboraí, Região Metropolitana do Rio de Janeiro**



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2018.

O experimento foi realizado na área do viveiro florestal de Magé/RJ, município distante a 25 Km de Itaboraí (Fotografia da Figura 02). Foram utilizadas mudas da espécie *Pterocarpus violaceus*, conhecida como Aldrago, que é uma espécie nativa da Mata Atlântica e de acordo com Lorenzi (2008) é uma planta de médio porte, com altura variando entre 8 a 14 m, com tronco de 30 a 50 cm de diâmetro e crescimento moderado.

**Figura 02 - Vista do viveiro florestal localizado no município de Magé**



Fonte: Abel, 2017

Para avaliar o potencial de utilização de lodo de ETA na produção de mudas cultivadas em viveiros florestais, foram realizados 6 traços alterando-se os percentuais de lodo de ETA na composição do substrato. Atualmente



o viveiro florestal utiliza o lodo de ETE, como substrato adicionado a um solo comercial argiloso. Abreu (2014) comprovou que o lodo de ETE pode ser utilizado em substituição ao adubo comercial, para compor o substrato na produção de mudas de espécies da Mata Atlântica. Sendo assim, o potencial de incorporação do lodo de ETE não será o objetivo da avaliação deste estudo, bem como o solo comercial utilizado.

Uma amostra de cada material que compõe o substrato (lodo de ETA, lodo de ETE e solo) foi coletada e encaminhada para análise das propriedades químicas: pH, nutrientes e metais. Foram analisados os macronutrientes: Potássio, Cálcio, Magnésio, Fósforo e os micronutrientes: Ferro, Boro, Manganês, Zinco, Cobre, todos de grande relevância para o desenvolvimento das plantas. O elemento Alumínio também foi analisado.

Conforme já mencionado, para o desenvolvimento do experimento, foram analisados 6 diferentes substratos, aqui denominados “traços”, compostos por diferentes proporções de lodo de ETA, lodo de ETE e solo comercial. Essas proporções para os traços T1 a T6 podem ser observadas na Tabela 01. O primeiro traço, denominado traço testemunho (T1), corresponde àquele que atualmente é utilizado no viveiro, composto de 50% de solo comercial e 50% lodo de ETE. Os traços seguintes, já não utilizam o solo, visto que um dos objetivos a serem analisados é a diminuição de extração de recursos naturais, substituindo o solo comercial pelo lodo de ETA; portanto, mesclam percentuais de lodo da ETA e lodo da ETE; por fim o T6 com 100% lodo de ETE.

**Tabela 01 - Porcentagem de insumos utilizados em cada traço**

|           | Lodo ETA | Lodo ETE | Solo |
|-----------|----------|----------|------|
| <b>T1</b> | 0%       | 50%      | 50%  |
| <b>T2</b> | 100%     | 0%       | 0%   |
| <b>T3</b> | 75%      | 25%      | 0%   |
| <b>T4</b> | 50%      | 50%      | 0%   |
| <b>T5</b> | 25%      | 75%      | 0%   |
| <b>T6</b> | 0%       | 100%     | 0%   |

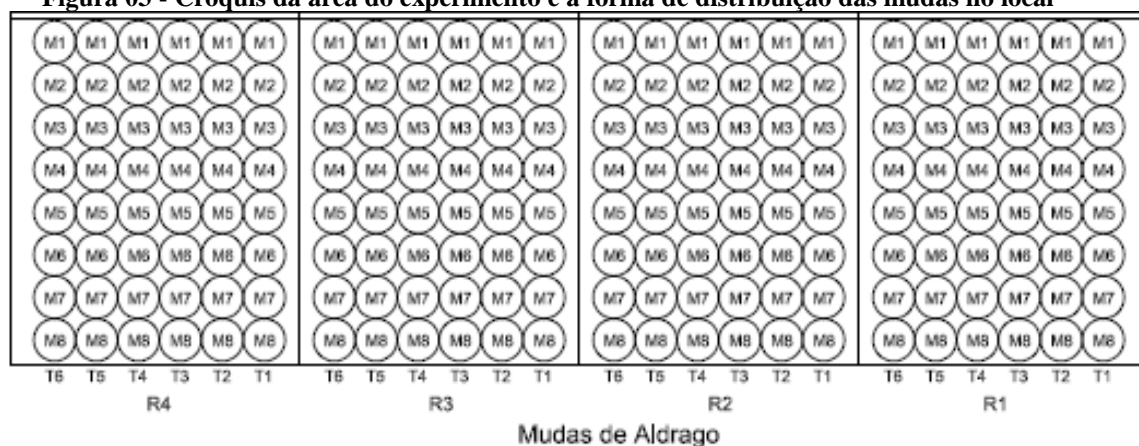
Fonte: O autor, 2018.

Uma amostra de cada traço foi coletada para serem analisadas as propriedades físicas: teor de umidade e granulometria, de acordo com NBR 6457/1986 e NBR 7181/1984.

A trabalhabilidade foi um parâmetro analisado, considerando o tempo de enchimento dos recipientes onde as mudas serão replicadas, já que a facilidade de enchimento pode prejudicar o tempo de operação devido à demora da execução do trabalho. Para avaliar a trabalhabilidade dos traços foi realizada uma comparação do tempo de enchimento dos sacos para cada traço (T1 a T6), com o teor de umidade dos mesmos.

Para cada traço foram realizadas quatro repetições com oito amostras, dando um total de 192 amostras. As mudas foram dispostas na área reservada para o experimento separado por repetição, conforme Figura 03.

**Figura 03 - Croquis da área do experimento e a forma de distribuição das mudas no local**



Fonte: O autor, 2018.

De junho de 2017 a dezembro de 2017 foram realizadas seis medições das seguintes variáveis, com diferença de 21 dias entre elas:

- Taxa de sobrevivência a partir da contagem da quantidade de mudas sobreviventes no período analisado;
- Taxa de crescimento a partir da medição da altura das mudas e diâmetro do coleto;

Para a análise da taxa de sobrevivência foi verificada a quantidade de mudas sobreviventes no experimento em relação à quantidade total de mudas analisadas. Para medição da altura das mudas foi considerado o tamanho do caule entre o solo e a gema apical. O diâmetro do coleto foi medido tomando-se como referência a posição da planta rente ao solo. Como os diâmetros dos coletos nas duas primeiras medições ainda apresentavam dimensões bastante reduzidas, só foram coletados esses dados a partir da 3ª medição. Foram calculados valores médios entre as repetições de cada traço, tanto para altura da muda como para o diâmetro do coleto. A taxa de crescimento foi calculada através da relação entre a altura ou o diâmetro e o tempo de medição.

Para a avaliação dos benefícios econômicos e ambientais da incorporação do lodo de ETA no substrato para produção de mudas florestais, foi considerado o traço que melhor obteve resultado nos experimentos. Desconsiderou-se o traço T1, traço testemunho, e o traço T6, que usa 100% lodo de ETE, já que o objetivo final é a avaliação de destinação do lodo de ETA. As seguintes variáveis foram adotadas:

- Volume de recurso natural evitado (Vr);
- Volume evitado na disposição no aterro (Vd);
- Custo evitado na aquisição de solo comercial (Cr);
- Custo evitado na disposição de lodo de ETA em aterro sanitário (Cd);
- Custo total evitado pela companhia de saneamento (Ct).

Para os cálculos relacionados aos custos da disposição final do lodo de ETA, foi adotada a metodologia desenvolvida por Lima (2014), que considera a disposição do próprio lodo da ETA Porto das Caixas em aterro sanitário. Lima (2014) compôs um custo de disposição do lodo da ETA Porto das Caixas em aterro sanitário no valor aproximado de R\$ 180,00/ton já considerando o transporte. Para o custo do solo comercial foi adotado o valor apresentado no catálogo de preços da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP), também referente ao ano de 2014. O valor adotado foi de R\$ 48,00 (quarenta e oito reais) por metro cúbico (EMOP, 2014). Foi adotado IPCA acumulado de aproximadamente 20%.

## RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 02 apresenta os resultados da análise química dos insumos (lodo de ETE, lodo de ETA e solo comercial).

**Tabela 02 - Resultados das análises químicas dos insumos e nutrientes**

| Parâmetro     | LODO ETE<br>mg/kg (base seca) | LODO ETA<br>mg/kg (base seca) | SOLO COMERCIAL<br>mg/kg (base seca) |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Potássio (K)  | 1.065                         | 2.921                         | 278                                 |
| Cálcio (Ca)   | 6.333                         | 734                           | 541                                 |
| Magnésio (Mg) | 2.090                         | 2.402                         | <2,5                                |
| Ferro (Fe)    | 6.091                         | 49.247                        | 7.763                               |
| Alumínio (Al) | 6.799                         | 69.976                        | 10.091                              |
| Boro (B)      | <0,395                        | <0,395                        | <0,395                              |
| Zinco (Zn)    | 173                           | 84,1                          | 48,2                                |
| Manganês (Mn) | 65,2                          | 2.570                         | 28,8                                |
| Cobre (Cu)    | 56,0                          | 18,4                          | 14,7                                |
| Fósforo (P)   | 2.201                         | 1.304                         | 438                                 |
| pH            | 5,1                           | 5,0                           | 3,6                                 |

Fonte: O autor, 2018.

Analisando a Tabela 2 observou-se uma maior concentração dos elementos alumínio e ferro em todos os insumos, com grande destaque no lodo da ETA. O lodo de ETE obteve maiores concentrações em relação aos macronutrientes e micronutrientes essenciais para o crescimento das mudas, destacando-se nos elementos

Cálcio, Fósforo, Zinco e Cobre. Oliveira et al. (2015) realizaram trabalho de avaliação de característica de solo adubado com lodo de ETA e na caracterização do lodo, encontraram concentração média de Ferro de 321,10 mg/kg. Destaca-se que na operação da ETA estudada pelos pesquisadores, adotava-se o coagulante Flocculan na etapa físico-química.

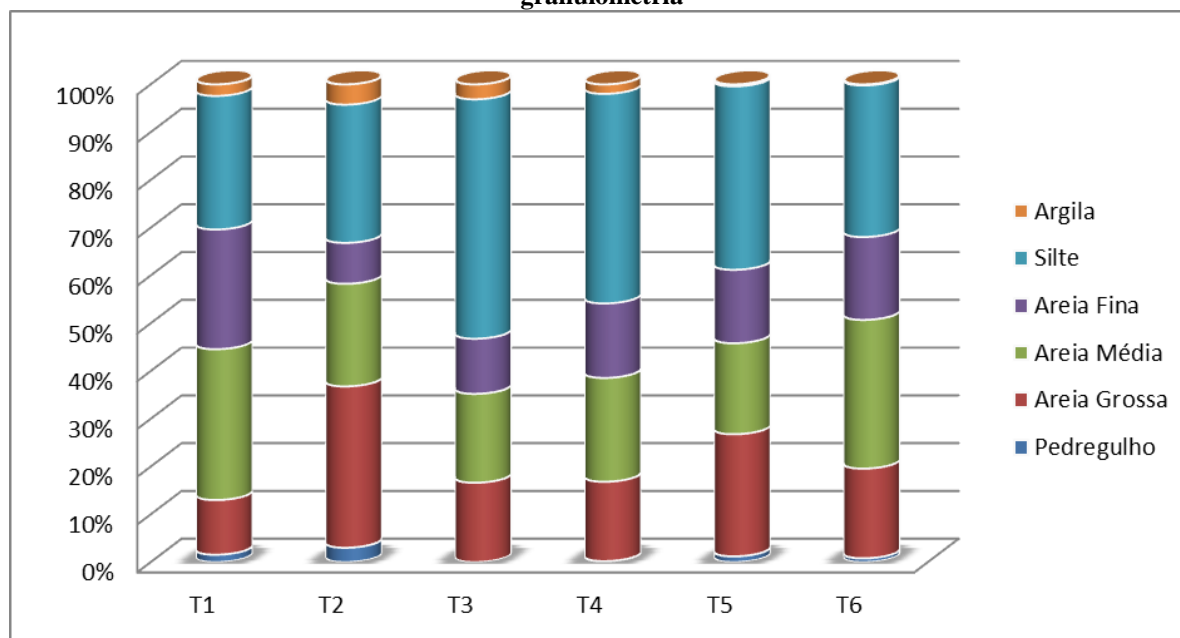
Em relação às análises físicas dos traços, verificou-se que quanto maior a quantidade de lodo de ETA no substrato maior o teor de umidade dos traços conforme apresentado na Tabela 3. Já em relação à granulometria (Figura 04) não se observou uma variação gradual dos componentes conforme esperado e nem um percentual elevado de finos (argila e silte). Mesmo com a porcentagem de argila pequena, observa-se um comportamento argiloso do T2 além de um alto teor de umidade. Ainda, a granulometria os traços T1, T5 e T6 apresentam as melhores proporções de silte e areia fina onde as plantas se adaptam melhor. Em relação à trabalhabilidade, verificou-se que quando maior o teor de umidade maior foi o tempo de enchimento dos sacos (Tabela 03). A consistência e a textura de cada traço podem ser observadas na Figura 05.

**Tabela 03 - Relação entre o tempo de enchimento do recipiente o teor de umidade dos traços**

| Traço | Tempo Médio Enchimento<br>[seg] | Teor de Umidade<br>[%] |
|-------|---------------------------------|------------------------|
| T1    | 4                               | 38,88                  |
| T2    | 31                              | 224,03                 |
| T3    | 20                              | 163,26                 |
| T4    | 15                              | 150,97                 |
| T5    | 8                               | 128,66                 |
| T6    | 6                               | 101,93                 |

Fonte: O autor, 2018.

**Figura 04 - Quantidade de material mineral presente em cada traço de acordo com ensaio de granulometria**



Fonte: O autor, 2018.

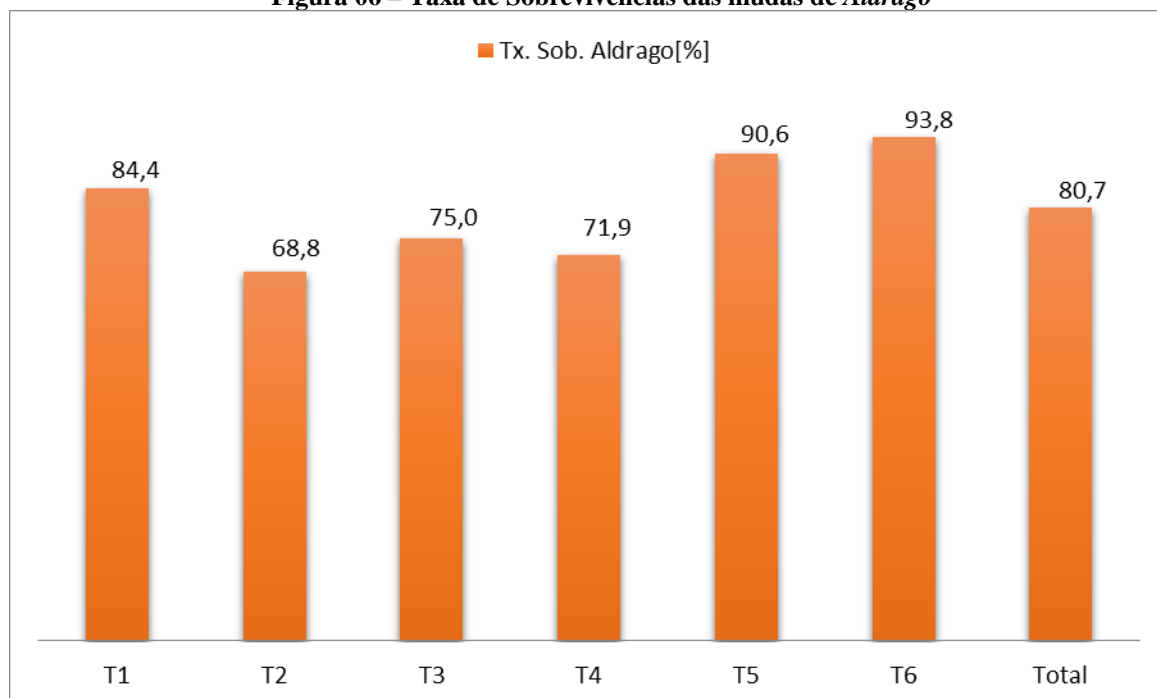
**Figura 05 – Consistências e texturas dos traços utilizados no experimento após o ensacamento**



Fonte: O autor, 2018.

Em se tratando dos parâmetros de sobrevivência das mudas o experimento demonstrou que para todos os traços, a taxa de sobrevivência foi acima de 68%, conforme apresentado no gráfico da Figura 06. Destaque deve ser dado ao traço T5 que dentre aqueles que apresentam lodo de ETA em sua composição apresentou a maior taxa de sobrevivência dessa espécie.

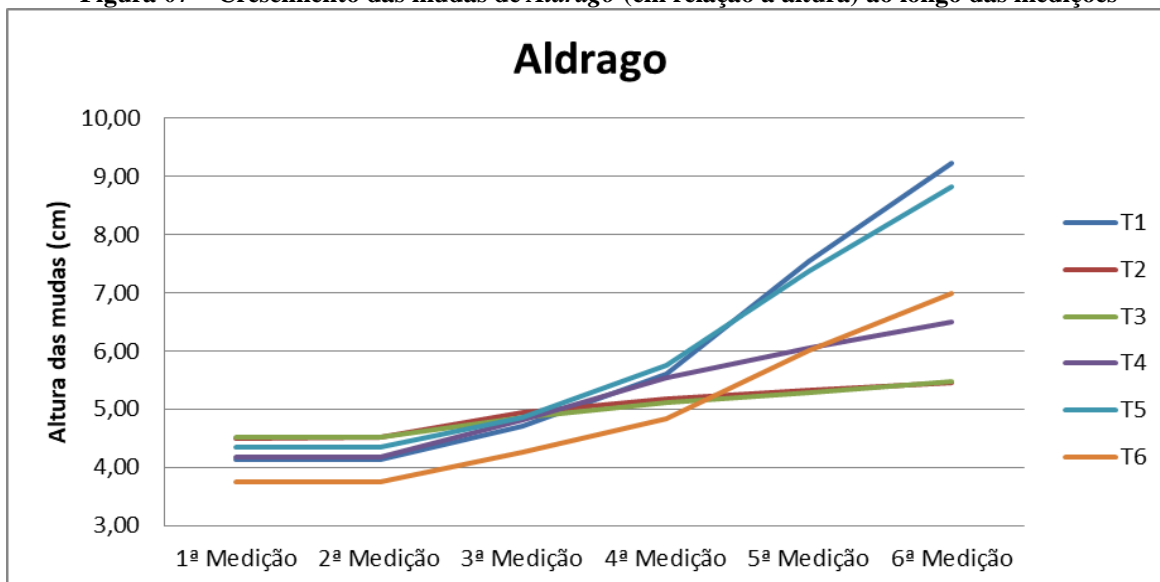
**Figura 06 – Taxa de Sobrevivências das mudas de *Aldrago***



Fonte: O autor, 2018.

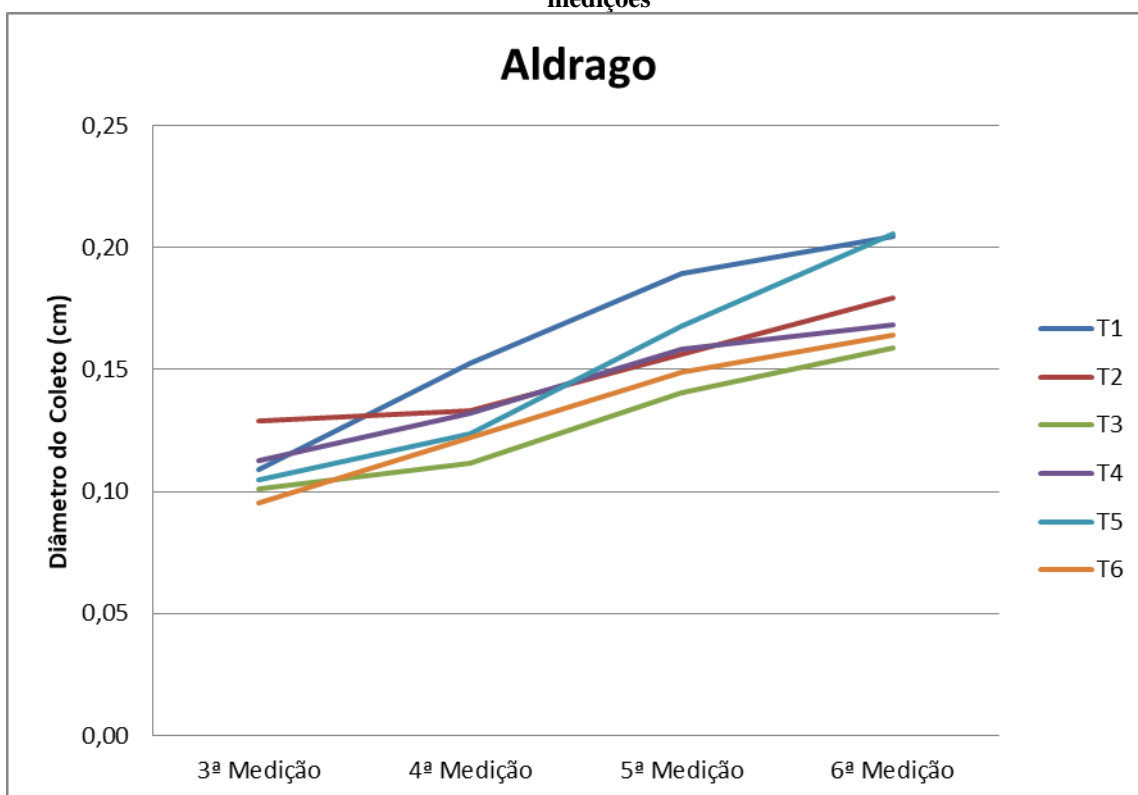
Observou-se que a taxa de crescimento em relação à altura, foi gradativa ao longo das medições e em cada medição a taxa se elevou (Figura 07). Já em relação ao diâmetro do coleto não se observaram taxas mais elevadas entre as medições, apesar de se observar o crescimento também gradativo (Figura 08). O traço T5 (25% lodo de ETA e 75% lodo de ETE) foi o traço, contendo lodo de ETA na sua composição, que apresentou maior crescimento tanto em relação à altura quanto em relação ao diâmetro do coleto. Ficando apenas abaixo do traço T1 (50% lodo de ETE e 50% solo) que é o traço atualmente utilizado no viveiro.

**Figura 07 – Crescimento das mudas de *Aldrago* (em relação à altura) ao longo das medições**



Fonte: O autor, 2018.

**Figura 08 – Crescimento das mudas de *Aldrago* (em relação ao diâmetro do coleto) ao longo das medições**



Fonte: O autor, 2018.

Observou-se ao longo do experimento que o traço T5 se destacou em praticamente todas as avaliações apresentadas, se mostrando um bom substrato para o crescimento da espécie estudada. Esse traço foi o traço considerado para cálculo dos custos benéficos do lodo de ETA. Calculou-se então que o volume anual de solo que deixaria de ser extraído das jazidas naturais seria equivalente a 7.500m<sup>3</sup> e o custo anual evitado da aquisição deste solo seria de R\$ 432.000,00 (quatrocentos e trinta e dois mil reais). Ainda, o volume anual de lodo de ETA que seria aproveitado e não destinado ao aterro é de 3.750 m<sup>3</sup> e o custo evitado desta destinação



seria de quase R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais) ao ano. Por fim, para a companhia, o custo evitado pela substituição do solo comercial pelo lodo de ETA seria de mais R\$ 720.000,00 (setecentos e vinte mil reais) por ano.

Considerando-se então a composição do traço T5, nas condições atuais de operação do viveiro de mudas, seria possível obter uma economia anual superior a R\$ 720 mil reais, em relação ao custo evitado pela aquisição do solo e disposição de lodo de ETA em aterro sanitário. Além do benefício econômico, há que se levar em consideração o benefício ambiental, já que se passa a evitar a retirada de um recurso natural do ambiente, além de se permitir o aumento da vida útil do aterro sanitário.

## CONCLUSÕES

Em relação às análises realizadas, concluiu-se que nos traços com somente lodo de ETA (T2) ou este em elevada proporção na composição do substrato (T3), não houve boa evolução das mudas, além deles apresentarem as mais baixas trabalhabilidades para enchimento dos sacos. Por outro lado, os traços contendo maior proporção de lodo de ETE em relação ao lodo de ETA (T5) garantiram boa evolução das mudas. Também foi possível concluir que elevadas proporções de lodo de ETA levam a um maior teor de umidade no traço e consequentemente a um maior tempo de enchimento dos sacos. Assim, essa proporção de lodo de ETA no substrato se torna um fator limitante para a produção de mudas em escala.

Assim, o trabalho contribui com uma importante ferramenta de gestão do lodo gerado em estações de tratamento de água, que até os dias atuais ainda apresenta deficiência. O estudo apresenta garantia de bom desenvolvimento da espécie analisada e uma boa trabalhabilidade do substrato composto por 25% de lodo de ETA e 75% de lodo de ETE. As taxas de sobrevivência das mudas bem como o desenvolvimento da altura e do diâmetro do coleto da espécie *Pterocarpus violaceus* garantem a qualidade de desenvolvimento da mesma. Já a trabalhabilidade permite a operação dos viveiros em maior escala.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ABREU, A. H. M. Biossólidos na Produção de Mudas Florestais da Mata Atlântica. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Florestas, Rio de Janeiro, 2014.
2. ADLER, E. Management of wastes from drinking water treatment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ORGANISED BY THE CHARTERED INSTITUTION OF WATER AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. London, 2002.
3. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION RESEARCH FOUNDATION – AWWARF. Commercial Application and Marketing of Water Plant Residuals. USA 1999.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. 2 ed. [s.i]: ABNT, 2004. 71 p.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. 2 ed. [s.i]: ABNT, 1986. 8 p.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. 2 ed. [s.i]: ABNT, 1984. 12 p.
7. BRASIL. Constituição (1998). Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Lei de Crimes Ambientais. Brasília, BR: Diário Oficial da União, 13 fev. 1998.
8. BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; o altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, BR: Diário Oficial da União, 03 ago. 2010.
9. LIMA, J. V. Incorporação de Lodo de Decantador na Fabricação de Blocos Cerâmicos. In: ENCONTRO TÉCNICO DE EMPREGADOS DE NÍVEL UNIVERSITÁRIO DA CEDAE - UNICEDAE, 2014, Rio de Janeiro. Resumo Estendido. Rio de Janeiro: Cedae, 2014. p. 1 - 8.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008 (PNSB). Rio de Janeiro. 2010.

11. OLIVEIRA, A. P. S.; SILVA J. B. G.; PEREIRA, R. O.; SANTOS, A. S. P. Avaliação dos atributos de um latossolo adubado com lodo de estação de tratamento de água. Revista Internacional de Ciências, v. 5, nº 2, p 29-47, jul/dez 2015.
12. PEREIRA, S. L. M. Características físicas, químicas e microbiológicas do lodo das lagoas da ETA Gramame. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.