OMNIA
Centro Universitário de Adamantina

RESÍDUOS E EFLUENTES URBANOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO

URBAN AND INDUSTRIAL WASTE AND EFFLUENTS IN THE PRODUCTION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS.

Revista OMNIA Exatas
ISSN 1983-2559 | e-ISSN: 2236-1898
https://doi.org/10.69719/ros.v9.932

Vagner Amado Belo de Oliveira[1],*
Bianca Barbosa Galbiatti[1]
Mateus Eduardo do Rio[1]
Diogo Orvate Belmonte[1]
Délcio Cardim[1]

[1]Centro Universitário de Adamantina - Fai

***Autor correspondente:**
vagner@fai.com.br

Recebido em: 29/04/2026
Aceito em: 01/09/2026

Fonte de financiamento: nenhum
Conflito de interesse: nada a declarar
Editor responsável: Prof. Dr. Fabio Antonio Venancio

Esse é um artigo aberto distribuído sob licença CC-BY 4.0, que permite cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer fim desde que mantidos os créditos de autoria e publicação original.

Resumo: O eucalipto-citriodora (*Corymbia citriodora*), tendo em vista sua utilização diversificada, vem sendo amplamente comercializado devido ao seu rápido crescimento, à sua capacidade de adaptação a diversas regiões ecológicas e ao seu potencial econômico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento dessa espécie sob a aplicação de diferentes efluentes: chorume de aterro sanitário e lodo biológico de um frigorífico da região. O trabalho foi realizado na Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos, no município de Adamantina, em uma área da empresa Nova Alta Paulista Ambiental Ltda. O experimento foi conduzido com 200 plantas numeradas e marcadas de acordo com cada tratamento, sendo 4 plantas por parcela e 5 repetições, sendo que as aplicações do lodo foram: T1: 0, T2: 1g, T3: 2g, T4: 4g e T5: 8g, e a do chorume: T1: 0, T2: 1ml, T3: 2ml, T4: 4ml e T5: 8ml. Os dados foram submetidos à análise de variância para a comparação dos valores médios de cada variável analisada. Para a verificação das respostas da cultura sob o efeito da adubação do chorume e lodo, foram adotados os seguintes parâmetros: altura inicial da planta (cm), altura final da planta (cm), diâmetro do caule (mm), comprimento da raiz (cm), a biomassa do peso da raiz (g) e da parte aérea (g). Os dados denotaram tendência à maior dose dos resíduos (lodo - 8 mL e chorume - 8 g) que proporcionou um maior desenvolvimento radicular das mudas de eucaliptos, favorecendo as plantas em maior resistência ao estresse hídrico pós-plantio.
Palavras-chave: Matéria orgânica; Lodo; Chorume; Bioestimulante radicular.

Abstract: Given its diverse uses, eucalyptus-citriodora (Corymbia citriodora) is being increasingly commercialized due to its rapid growth, adaptability to various ecological regions, and economic potential. The objective was to evaluate the results of fertilization with landfill effluent, including leachate and biological sludge from a local slaughterhouse, as well as to compare the effects and responses of the plant in its development. The work was carried out at the Waste Treatment and Disposal Center in the municipality of Adamantina, in an area belonging to the company Nova Alta Paulista Ambiental Ltda. The experiment was conducted with 200 numbered and marked plants according to each treatment, with 4 plants per plot and 5 repetitions. The sludge applications were: T1: 0, T2: 1g, T3: 2g, T4: 4g, and T5: 8g, and the liquid manure applications were: T1: 0, T2: 1mL, T3: 2mL, T4: 4mL, and T5: 8mL. The data were subjected to analysis of variance to compare the mean values of each variable analyzed. To verify the crop responses under the effect of liquid manure and sludge fertilization, the following parameters were adopted: Initial plant height (cm), Final plant height (cm), Stem diameter (cm), Root length (cm), Root weight (g), and Shoot weight (g). The data indicated a trend in which the higher dosage of residues (8 mL of sludge and 8 g of leachate) promoted greater root development in the eucalyptus seedlings, thereby enhancing the plants' resistance to post-planting water stress.
Keywords: *Organic matter; Sludge; Leachate; Root biostimulant.*

INTRODUÇÃO

A busca por melhores condições de saneamento básico e na redução com gastos do serviço público de saúde têm elevado os investimentos públicos na construção de estações de tratamento de esgoto no Brasil (Leoneti; Prado; Oliveira, 2011). O aumento no

número de estações de tratamento de lodo de esgoto (LE) promove, ao longo dos anos, o crescimento na produção de lodos urbanos e agroindustriais biológicos (como os de frigoríficos), os quais podem ser utilizados na agricultura (Biondi; Nascimento, 2005; Lemainski; Silva, 2006a, 2006b).

O aproveitamento e a destinação segura de resíduos orgânicos provenientes de estações de tratamento de esgoto apresentam demanda tanto por questões ambientais, como por espaço físico e aspectos econômicos. Ao mesmo tempo, há necessidade de se buscar fertilizantes alternativos que diminuam os custos de cultivo agrícolas e que tragam mais opções aos produtores.

A utilização desses resíduos apresenta-se como uma alternativa viável e consiste na incorporação ao solo, de modo a promover a melhoria das condições químicas e físicas e de desenvolvimento das plantas (Gomes *et al*., 2006). O lodo de esgoto e chorumes de aterro sanitário são uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes, podendo complementar os fertilizantes minerais e reduzir os custos de produção (Chiaradia *et al.,* 2009). Além disso, o LE atua como condicionador do solo, melhorando a capacidade de troca catiônica, a estrutura do solo e as atividades da microbiota, as quais, pela respiração, criam um ambiente oxirredutor, sendo, portanto, fundamentais na dinâmica de nutrientes e compostos orgânicos na solução do solo (Santos *et al.,* 2011; Mondal *et al.,* 2015; Ignatowicz, 2017).

No entanto, o uso do lodo na agricultura apresenta riscos potenciais de contaminação do solo e das plantas com patógenos, parasitas, metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas (Rocca, 1993). A contaminação acima dos níveis permitidos pela legislação depende da forma e da frequência da aplicação do lodo de esgoto no solo (Nascimento *et al.,* 2014ab).

No caso do efluente, o chorume é um líquido escuro que resulta na decomposição da matéria orgânica do lixo. Ele também é conhecido como líquido percolado ou lixiviado. A composição do chorume é de matéria orgânica, metais pesados, substâncias tóxicas e excrementos de humanos e animais (Schons, A; Gomes, LP; Miranda, LAS., 2018). Entre as substâncias tóxicas estão o cádmio, arsênio, cobre, mercúrio, cobalto e chumbo. O aterro sanitário é um sistema utilizado em áreas urbanas para a destinação de resíduos sólidos, onde se recebe o lodo e se produz o efluente (Magalhães, 2023).

O eucalipto é amplamente cultivado no Brasil, ocupando mais de 5 milhões de hectares e tendo um papel relevante para a economia do país Industria brasileira de árvores (IBA, 2016). De modo geral, o eucalipto cresce rápido e responde a variações na fertilidade do solo (Mendes *et al.,* 2013; Dias *et al.,* 2015). A adubação do eucalipto é realizada empregando-se geralmente fertilizante mineral e, boa parte dos fertilizantes é aplicada no momento do plantio (adubação base), de modo a proporcionar o arranque das mudas no campo (Barros *et al.,* 2000; Gonçalves, 2005).

No município de Adamantina/SP, foi implantado um aterro sanitário que recebe resíduos de diversas municipalidades e empresas privadas. Uma delas é um frigorífico de Presidente Epitácio/SP, o qual destina seu lodo biológico para essa unidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação com efluentes — constituídos por chorume do aterro e lodo do frigorífico agroindustrial — no desenvolvimento de mudas de eucalipto.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Clima e Localização

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, caraterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Na Tabela 1 encontram-se os dados climáticos para o período de 2023 e 2024, sendo a precipitação pluviométrica de 1.280 mm/ano.

Tabela 1. Dados climáticos do período de instalação do experimento (2023 e 2024) no município de Adamantina – SP

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	
		Mín	Máx
Outubro	28,44	22,16	34,47
Novembro	508,25	21,52	34,72
Dezembro	331,98	21,62	34,53
Janeiro	125,72	21,34	33,91

Mín; Máx: Valores mínimos e máximos.

Fonte: Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo (Ciiagro, 2024).

O experimento foi conduzido no aterro sanitário (Nova Alta Paulista Ambiental) Ltda no município de Adamantina, localizado a 582 km da capital do Estado de São Paulo, tendo como coordenadas 21°40'32`` latitude sul e 51°3'47`` longitude oeste, a uma altitude de 416 metros. O lodo biológico utilizado no experimento foi proveniente de um frigorífico (JBS de Presidente Epitácio/SP) e o chorume foi oriundo da decomposição de resíduos orgânicos do lixo domiciliar.

2.2 Instalação e Condução

Para a realização deste trabalho utilizou-se mudas de eucalipto da espécie *Corymbia citriodora*, com 20 a 25 cm de altura, em tubetes de 55 cm3, cultivados em viveiro sem cobertura, que posteriormente foram transplantadas para balainhos plásticos. Os dois experimentos foram conduzidos de forma simultânea e separada. Para cada resíduo utilizado na fertilização (lodo frigorífico e chorume), adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco doses e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Cada parcela foi composta por quatro plantas, resultando em 100 mudas por experimento.

A primeira medição de altura da parte aérea das plantas ocorreu 15 dias após o transplante das mudas de tubetes para balainhos de café de 260 mL.

Durante o período de cultivo, foram realizados os tratos culturais convencionais e o controle de pragas com inseticida de contato e ingestão (piretroide + hidrocarboneto aromático).

Os tratamentos com lodo e chorume foram incorporados ao substrato dos balainhos. As doses aplicadas foram de 0, 1, 2, 4 e 8 g para o lodo (T1 a T5), e de 0, 1, 2, 4 e 8 mL para o chorume (T1 a T5). A coleta de dados ocorreu 15 dias após o transplantio das mudas dos tubetes para os balainhos.

2.3 Parâmetros Avaliados

Para a verificação do efeito da aplicação dos resíduos orgânicos foram adotados os seguintes parâmetros das mudas: altura da parte aérea (cm) com o uso de trena, diâmetro do caule na região do coleto (mmm) com o uso de paquímetro, comprimento da raiz (cm) com o uso de trena, peso da raiz (g) e peso da parte aérea (g) com balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Lodo

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância para comparação e a obtenção dos valores médios de cada parâmetro avaliado para o desenvolvimento das mudas de eucalipto. Na Tabela 2 verificam-se os resultados médios obtidos nos parâmetros analisados (crescimento das mudas, diâmetro do caule, comprimento da raiz, peso da raiz, peso da parte aérea) em função dos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, para o lodo.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros analisados em função dos tratamentos para o lodo e o valores de ρ.

Tratamentos	Parâmetros analisados				
	Altura das plantas (cm)	**Diâmetro do caule (mm)**	**Comprimento da raiz (cm)**	**Peso da raiz (g)**	**Peso da parte aérea (g)**
T1	11,42 a	5,08 a	30,80 ab	10,31 a	14,94 a
T2	11,58 a	4,84 a	28,92 ab	11,37 a	14,28 a
T3	15,35 a	5,32 a	25,80 a	11,71 a	15,10 a
T4	14,55 a	4,46 a	33,75 b	12,17 a	13,67 a
T5	12,45 a	4,79 a	34,35 b	11,04 a	14,52 a
p-valor	*0,2390*	*0,4168*	*0,0130*	*0,7477*	*0,7536*

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Denota-se, por meio das médias dos dados obtidos, que no decorrer do desenvolvimento das plantas houve diferença significativa entre os tratamentos para o comprimento da raiz (p = 0,0130). Os tratamentos T4 e T5 (4g e 8g) apresentaram um maior comprimento radicular, embora não diferenciando dos tratamentos T1 e T2 (0g e 2g). A testemunha (T1) e os tratamentos T2 e T3 não diferiram entre si, e as plantas que receberam o tratamento T3 tiveram o menor comprimento da raiz.

A altura de plantas variou de 11,42 cm no T1 a 14,55 cm no T4. Em relação ao diâmetro de caule, os valores variaram de 4,46 mm no T4 a 5,32 mm no T3. Com relação a variável comprimento da raiz verificou a variação de 25,80 cm no T3 a 34,35 cm no T5. Sendo a variável peso da raiz 10,31 g no T1 a 12,17 g no T4. Para a variável peso da parte aérea a variação foi de 13,67 g em T4 a 15,10 g no T3. Portanto, observou-se indícios de um potencial efeito do crescimento sobre a raiz. Os outros parâmetros analisados não diferiram entre si.

3.2 Chorume

Na Tabela 03 são apresentados os resultados médios obtidos nos parâmetros analisados (crescimento das mudas, diâmetro do caule, comprimento da raiz, peso da raiz, peso da parte aérea) em função dos tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5) para o chorume.

Tabela 03. Valores médios dos parâmetros analisados em função dos tratamentos para o chorume e os valores de ρ.

Tratamentos	Altura das plantas (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Comprimento da raiz (cm)	Peso da raiz (g)	Peso da parte aérea (g)
T1	7,85 a	4,04 a	23,45 a	6,89 a	9,71 a
T2	6,83 a	3,91 a	23,02 a	6,61 a	10,10 a
T3	10,13 a	3,88 a	27,15 ab	6,96 a	10,12 a
T4	9,30 a	3,83 a	25,35 ab	7,46 a	9,51 a
T5	6,50 a	3,78 a	32,53 b	7,44 a	9,89 a
p-valor	*0,3600*	*0,7597*	*0,0150*	*0,3848*	*0,7536*

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Denota-se que houve diferença significativa entre os tratamentos somente para o comprimento da raiz (p = 0,0150). A dose maior de chorume (8 ml) apresentou um maior comprimento radicular, embora não diferenciado dos tratamentos T3 e T4 (4ml e 6ml), que por sua vez, não diferiram das doses utilizadas em T1 (testemunha) e T2 do chorume.

Todos os outros parâmetros avaliados não mostraram diferenças, a altura de plantas variou de 6,50 cm no T5 a 10,13 cm no T3. Enquanto para o diâmetro de caule, os valores variaram de 3,78 mm no T5 a 4,04 mm no T1. Com relação a variável comprimento da raiz verificou a variação de 23,02 cm no T2 a 32,53 cm no T5, sendo a variável peso da raiz 6,61 g no T2 a 7,44 g no T5. O peso da parte aérea variou de 9,51 g em T4 a 10,12 g no T3.

Os dados indicam o potencial uso dessas substâncias, oriundas de aterro sanitário, como bioestimulante do desenvolvimento radicular de mudas de *E. citriodora*. Embora não tenham sido observados efeitos significativos nas demais variáveis (altura da parte aérea, diâmetro do caule, e massa fresca da raiz ou da parte aérea), essa resposta diferenciada sugere que os resíduos orgânicos exercem efeitos mais expressivos no sistema radicular nesse estágio inicial de desenvolvimento. No entanto, sua aplicação limita-se ao reflorestamento, à jardinagem e a fins paisagísticos — como em rodovias —, atentando-se para as limitações relacionadas à presença de metais pesados e outras substâncias de ação ecotóxica.

Em relação ao lodo, a maior quantidade de matéria orgânica, além de fornecer nutrientes gradualmente disponíveis, possivelmente melhorou a estrutura física do substrato e estimulou a atividade microbiana, fatores reconhecidos por favorecerem o sistema radicular. Evidências semelhantes foram observadas por Tavares *et al* (2013), que não encontraram efeitos significativos do lodo de curtume sobre características morfológicas em mudas de paricá, e por Vaz; Gonçalves (2002), que relatam ganhos produtivos em

eucalipto com biossólidos. Isso sustenta a hipótese de que o efeito depende da dose aplicada e do tempo de exposição, além da qualidade do resíduo e do substrato.

O uso de lodo pode, portanto, reduzir custos de fertilização mineral, além de contribuir para o reaproveitamento de resíduos urbanos. No entanto, deve-se atentar à importância de obter um laudo da análise físico química do material, devido ao risco de salinização, presença de metais pesados e fitotoxidez (Nascimento *et al.,* 2014a).

Por sua vez, especula-se que o chorume possa ter atuado como bioestimulante radicular, daí a importância de um laudo químico analítico das amostras. A presença de compostos orgânicos solúveis e micronutrientes pode ter favorecido processos fisiológicos, como absorção de água e nutrientes, o que se alinha com observações de Chai *et al.* (2010), que verificaram que resíduos orgânicos estimulam atividade enzimática em plantas sob estresse salino. De forma análoga, Santos *et al.* (2011) encontraram aumento da atividade metabólica em culturas submetidas a estresse hídrico após aplicação de percolado de aterro. Mesmo assim, é importante ressaltar que doses excessivas de lodo ou chorume podem induzir salinização, fitotoxidez ou distúrbios fisiológicos efeitos, já relatados por Neves (2004) e Mafia (2005), o que indica uma janela segura de aplicação em doses baixas a moderadas.

Do ponto de vista agronômico, a vantagem de um sistema radicular mais desenvolvido é significativa, raízes mais longas e densas melhoram a ancoragem, a captação de água e nutrientes, especialmente em condições de viveiro ou pós-transplante. O adequado desenvolvimento radicular pode oferecer melhor adaptação ao estresse hídrico e potencialmente aumentar a sobrevivência no campo. Pressupõe-se que, a falta de resposta sob as demais variáveis, alinhada com o aumento sob as características relativas ao desenvolvimento radicular, pode indicar a ocorrência de uma subdosagem de lodo e chorume ou ainda que o período de desenvolvimento inicial das plantas, foi insuficiente para manifestar possíveis resultados significativos.

Estudos de longo prazo com eucalipto em campo sustentam essa interpretação, por exemplo, Rocha *et al.* (2004) que verificou que aplicação de biossólidos aumentou fertilidade do solo e produtividade da madeira, rivalizando com fertilização mineral. Em outro estudo, conduzido por Silva *et al.* (2011) mostrou que lodo, tanto seco quanto úmido promoveu crescimento comparável ao da fertilização mineral após 36 meses, aumentando também a ciclagem de nutrientes. Isso sugere que os efeitos do lodo podem requerer tempo para se manifestarem plenamente no crescimento da parte aérea e no desenvolvimento estrutural das plantas.

Além disso, a função dos resíduos orgânicos como condicionadores de solo pode equilibrar o crescimento proporcional das raízes e da parte aérea, melhorando índices como o Dickson Quality Index (IQD), que avalia a qualidade das mudas considerando altura, diâmetro, biomassa aérea e radicular. Outros estudos indicam que substratos com biossólidos apresentam qualidade semelhante ou até melhor comparada a substratos comerciais, como no caso de *Ceiba speciosa* reforçando o potencial dos resíduos na produção de mudas (Trigueiro; Guerrini, 2003).

Por fim, é essencial considerar os riscos ambientais e sanitários associados à aplicação desses resíduos. Biossólidos podem conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes ou propriedades salinas elevadas, o que exige avaliação rigorosa antes do uso contínuo. A literatura indica que doses moderadas, em condições bem manejadas e com acompanhamento químico do solo e das plantas, podem garantir segurança e aproveitamento dos benefícios agronômicos.

Em suma, o lodo e o chorume demonstraram potencial como fertilizantes alternativos, especialmente ao estimular o sistema radicular. Os resultados sugerem que, sob manejo adequado, esses resíduos podem contribuir tanto para a nutrição quanto para a estrutura inicial das mudas, consolidando-os como alternativas sustentáveis. Ensaios complementares com doses maiores, tempos de avaliação mais longos e monitoramento ambiental são fundamentais para validar seu uso seguro e eficiente na silvicultura.

CONCLUSÃO

A aplicação de lodo e chorume nas doses de 4g e 8g por planta resultaram em maior comprimento de raiz quando comparadas à dose de 2g, porém não diferiram significativamente do tratamento testemunha e a dose máxima de 8 mL por planta promoveu um incremento real no comprimento radicular das mudas, superando estatisticamente a testemunha e a dose de 1 mL, o que sinaliza um potencial efeito bioestimulante inicial na arquitetura da raiz. Os dados obtidos podem estar associados ao tempo insuficiente de 60 dias para os efeitos e tempo de mineralização. Não foram observadas diferenças significativas em altura, diâmetro do caule e biomassa aérea. Novos ensaios devem ser conduzidos para validação dos dados obtidos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Universitário de Adamantina e à empresa Nova Alta Paulista Ambiental Ltda., bem como aos seus colaboradores.

REFERÊNCIAS

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R.F. **Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto.** In: L.M. GONÇALVES. & V. BENEDETTI, orgs. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, p. 269-286, 2000.

BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A. Acúmulo de nitrogênio e produção de matéria seca de plantas em solos tratados com lodo de esgoto. **Revista Caatinga**, v.18, p.123-128, 2005.

CHIARADIA, J. J. *et al.* Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 701-709, 2009.

DIAS, L. P. R *et al*. Eficiência relativa de fosfatos naturais na adubação de plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em solo sem e com calagem. **Ciência Florestal**, vol. 25, no. 1, p. 37-48, 2015.

GOMES, S. B.V.; NASCIMENTO, C.W.A.; BIONDI, C.M.; ACCIOLY, A.M.de A. Distribuição de metais pesados em plantas de milho cultivadas em Argissolo tratado com lodo de esgoto. **Revista Ciência Rural,** v.36, p.1689-1695, 2006.

GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Nativas** [online], 2005. Disponível em: http://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.asp. Acesso em: 18 jun. 2024.

IGNATOWICZ, K. The impacto of sewage sludge treatment on the content of selected heavy metals and their fractions. **Environmental Research**, v. 156, p. 19 – 22, 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBA, 2016 [acesso em 18 de julho 2016]. **Relatório Anual** 2016. São Paulo: IBA. 96p. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_pdf

LEONETI, A. B.; Prado, E. L.; Oliveira, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Revista De Administração Pública. [2011]. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/6995. Acesso em: 24 de fev. 2025.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. da. Avaliação agronômica e econômica da aplicação de biossólido na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1477- 1484, 2006b.

MAGALHÃES, L. **Poluição da Água**. Toda Matéria, 2023 [s.d.]. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/poluicao-da-agua/. Acesso em: 5 mar. 2024.

MAFIA, R. G. *et al*. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.947-953, 2005.

MENDES, H. S. J. *et al.* Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis x E.urophylla* a disponibilidade hídrica e adubação potássica. **Cerne**, vol.19, n. 4, p. 603-611, 2013.

MONDAL, S. *et al.* Changes in soil quality in response to short-term application of municipal sewage sludge in a typic haplustept under cowpea-wheat cropping system. **Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management**, v.4, p. 37 – 41, 2015.

NEVES, J. C. L. **Doses e modos de localização dos nutrientes em recipientes contendo volumes variáveis de substrato.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004, Viçosa. Anais...Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. (Palestra não disponibilizada).

ROCCA, A. C. C. **Resíduos sólidos industriais**. 2. ed. São Paulo: Cetesb, 1993. 234p

SANTOS, C. H. *et al.* Fertilidade do solo e nutrição de tangerineiras “Ponkan” manejadas com resíduos sólidos e adubação química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n.1, p. 75-83-2011.

Schons, A; Gomes, LP; Miranda, LAS. Avaliação da eficiência do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico utilizando ozônio. Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 12, n. 1, 16 jul. 2018.

SISVAR: FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos - SP, 2000.

VAZ, L. M. S; GONÇALVES, J. L. M. Uso de biossólidos em processamento de eucalipto: efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.3, p. 747-758, 2002.