

UNIVERSIDADE DE UBERABA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL

JOSÉ SIDNEY DA SILVA

**USO DE BIOSSÓLIDO COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
GOIABA *Psidium guajava* L.**

UBERABA, MG

2024

JOSÉ SIDNEY DA SILVA

**USO DE BIOSSÓLIDO COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
GOIABA *Psidium guajava* L.**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Química do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Mestrado Profissional da Universidade de Uberaba (PPGEQ-MP/UNIUBE).

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Silva Capuci

Coorientadora: Profa. Ma. Juliana Christina de Souza Reis Silva

UBERABA, MG

2024

Catálogo elaborado pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

S38u Silva, José Sidney da.
Uso de bioossólido como substrato na produção de mudas de goiaba
Psidium guajava L. / José Sidney da Silva. – Uberaba, 2024.
38 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Química. Área de concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Agroindustriais.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Silva Capuci.

Coorientadora: Profa. Ma. Juliana Christina de Souza Reis Silva.

1. Lodo de esgoto. 2. Goiaba. 3. Nutrição vegetal. 4. Engenharia Química. I. Capuci, Ana Paula Silva. II. Silva, Juliana Christina de Souza Reis. III. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia Química. IV. Título.

CDD 628.2

JOSÉ SIDNEY DA SILVA

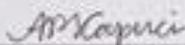
**USO DE BIODISSOLUÍVEL COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
GOIABA *Psidium guajava* L.**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - Mestrado Profissional da Universidade de Uberaba (PPGEQ-MP/UNIUBE).

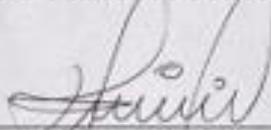
Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos Agroindustriais

Aprovado em: 25/07/2024

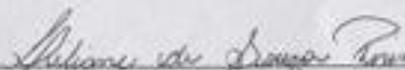
BANCA EXAMINADORA:



Prof(a). Dr(a). Ana Paula Silva Capuci – Orientador(a)
Universidade de Uberaba



Prof(a). Dr(a). David Mafel Fernandes
Instituto Federal do Triângulo Mineiro



Prof(a). Dr(a). Liliâne de Souza Pires
Instituto Federal do Triângulo Mineiro

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais *in memoriam*, aos meus irmãos, a minha esposa e filhos, aos amigos e aos professores que me orientaram a realizar esta dissertação.

Deus não me deu asas, mas nem por isso me impediu que voasse. Assim luto, não sem metas e sonhos, mas esmurro o meu corpo para que a caridade com o próximo, me leve ao encontro com Deus.

Do autor

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por estar sempre comigo, indicando o caminho certo.

Aos meus pais falecidos Geraldo e Alvina e irmãos que torcem por mim.

À minha esposa Profa. MSc. Juliana Christina de Souza Reis Silva e aos nossos filhos, que em breve estarão conosco para sempre.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Paula Silva Capuci e coorientadora, Profa. MSc. Juliana Christina de Souza Reis Silva pela condução do projeto de pesquisa, ao Prof. Dr. Leonardo Campos de Assis pela ajuda na análise estatística e aos demais professores, que me auxiliaram de forma profissional na realização desse trabalho.

À Universidade de Uberaba (Uniube) e a Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau) por incentivar, possibilitando a pesquisa e inovação no nosso município.

Aos órgãos de fomento como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo suporte dado ao desenvolvimento dessa dissertação (Processos: MPR-01119-16; APQ-01203-23) e à Universidade de Uberaba (Uniube).

RESUMO

O uso de biossólido na agricultura e na produção de mudas como substrato é considerado uma alternativa para amenizar os problemas ambientais gerados pelo lodo de esgoto produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). O biossólido por ser um composto, rico em matéria orgânica e nutrientes essenciais as culturas, pode promover a economia na aquisição de fertilizantes químicos, além de ser uma fonte de sequestro de carbono. O objetivo desse trabalho foi avaliar substratos de biossólido (BIO) e substrato comercial (SC) Biomix[®], com diferentes concentrações na produção de mudas de goiaba paluma (poupa vermelha). Foi realizado um delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições com três plantas por parcela. Os tratamentos foram: T1 (100% BIO), T2 (80% BIO e 20% SC), T3 (60% BIO e 40% SC), T4 (40% BIO e 60% SC), T5 (20% BIO e 80% SC) e T6 (100% SC). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância ANOVA e comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância e para as variáveis que não permitiram o emprego de ANOVA (IQD e altura aos 120 dias após a semeadura) e foi adotado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de significância. O tratamento com substrato comercial puro, não foi utilizado nas análises estatísticas pelo não desenvolvimento de mudas em algumas parcelas. Aos 120 dias após a semeadura e a uma última avaliação das mudas, o tratamento com o biossólido puro obteve os melhores resultados em relação aos demais tratamentos nos parâmetros como a altura de planta: 22,54 cm, diâmetro de coleto: 4,25 mm, número de folhas: 13,5, massa seca da parte aérea: 3,21 g, massa seca da raiz: 2,30 g, massa seca total: 5,51 g, índice de robustez: 5,29 e o índice de qualidade de Dikson: 0,82.

Palavras-chave: Biossólido; Goiaba; Substrato.

ABSTRACT

The use of biosolids in agriculture and in the production of seedlings as a substrate is considered an alternative to alleviate the environmental problems generated by sewage sludge produced in Sewage Treatment Stations (STS). Biosolids, being a compound rich in organic matter and essential nutrients for crops, can promote savings in the acquisition of chemical fertilizers, in addition to being a source of carbon sequestration. The objective of this work was to evaluate biosolid substrates (BIO) and commercial substrate (CS) Biomix[®], with different concentrations in the production of guava paluma seedlings (red hoopoe). A completely randomized experimental design (DCR) was carried out, with six treatments and four replications with three plants per plot. The treatments were: T1 (100% BIO), T2 (80% BIO and 20% SC), T3 (60% BIO and 40% SC), T4 (40% BIO and 60% SC), T5 (20% BIO and 80% SC) and T6 (100% SC). The results obtained were subjected to ANOVA analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% significance and for the variables that did not allow the use of ANOVA (IQD and height at 120 days after sowing) and the test was adopted non-parametric Kruskal-Wallis test at 5% significance. The treatment with pure commercial substrate was not used in statistical analyzes due to the non-development of seedlings in some plots. At 120 days after sowing and a final evaluation of the seedlings, the treatment with pure biosolids obtained the best results in relation to the other treatments in parameters such as plant height: 22.54 cm, collection diameter: 4.25 mm, number of leaves: 13.5, dry mass of the aerial part: 3.21 g, dry mass of the root: 2.30 g, total dry mass: 5.51 g, robustness index: 5.29 and the index of Dikson quality: 0.82.

Keywords: Biosolids; Guava; Substrate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: ETE Francisco Velludo em Uberaba (MG).....	3
Figura 2: Lodo centrifugado da ETE Francisco Velludo.....	4
Figura 3: Goiaba paluma	9
Figura 4: Sementes de goiaba paluma	11
Figura 5: Substratos bioossólido e comercial Biomix®	11
Figura 6: Bioossólido.....	12
Figura 7: Bioossólido exposto à irradiação solar.....	12
Figura 8: Tubete com substrato e sementes.....	12
Figura 9: Disposição dos tratamentos em DIC.....	13
Figura 10: Viveiro SolosVerdes	15
Figura 11: Primeira avaliação das mudas, após 60 dias da semeadura.....	15
Figura 12: Segunda avaliação das mudas, após 90 dias da semeadura.....	16
Figura 13: Terceira e última avaliação das mudas, após 120 dias da semeadura.....	16
Figura 14: Separação da parte aérea e da raiz dos tratamentos.....	16
Figura 15: Secagem e pesagem da parte aérea e da raiz dos tratamentos.....	17
Figura 16: Análise química do substrato do tratamento 1.....	29
Figura 17: Análise química do substrato do tratamento 2.....	30
Figura 18: Análise química do substrato do tratamento 3.....	31
Figura 19: Análise química do substrato do tratamento 4.....	32
Figura 20: Análise química do substrato do tratamento 5.....	33
Figura 21: Análise química do substrato do tratamento 6.....	34
Figura 22: Análise analítica do potencial agronômico lodo de esgoto	35
Figura 23: Análise analítica de substâncias inorgânicas tóxicas lodo de esgoto	36
Figura 24: Análise analítica de agentes patogênicos lodo de esgoto	37
Figura 25: Análise analítica de substâncias orgânicas tóxicas do lodo de esgoto	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Substâncias inorgânicas e agentes patogênicos do lodo de esgoto centrifugado e do biossólido	5
Tabela 2: Vantagens e desvantagens de alternativas de disposição de lodo de esgoto	6
Tabela 3: Potencial agronômico do lodo de esgoto centrifugado e do biossólido	7
Tabela 4: Disposição dos tratamentos, conforme sorteio de mudas de goiaba paluma	13
Tabela 5: Teores de macronutrientes por tratamento.....	14
Tabela 6: Teores de micronutrientes por tratamento e de carbono total.....	14
Tabela 7: Médias de altura (H) e diâmetro de coleto (DC) em 60, 90 e 120 dias de mudas de goiaba paluma	19
Tabela 8: Médias do número de folhas (NF) em 60, 90 e 120 dias de mudas de goiaba paluma	20
Tabela 9: Médias da massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), índice de robustez (IR) e índice de qualidade Dickson (IQD) de mudas de goiaba paluma	21

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

CODAU - Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

BIO - Biossólido

SC - Substrato Comercial

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

RAFAs - Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendentes

LAMCs - Lagoas Aeradas de Mistura Completa

LAFs - Lagoas Aeradas Facultativa

UGL - Unidade de Gerenciamento de Lodo

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

H- Altura

DC - Diâmetro de Coleta

IQD - Índice de Qualidade Dickson

MST - Matéria Seca Total

MSPA - Matéria Seca da Parte Aérea

MSR - Matéria Seca da Raiz

pH- Potencial Hidrogeniônico

N- Nitrogênio

P - Fósforo

K - Potássio

B - Boro

S - Enxofre

Ca - Cálcio

Fe - Ferro

Mg- Magnésio

Cu - Cobre

Zn - Zinco

Mn – Manganês

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

RAFAs - Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendentes

LAMCs - Lagoas Aeradas de Mistura Completa

LAFs - Lagoas Aeradas Facultativa

UGL - Unidade de Gerenciamento de Lodo

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

H- Altura

DC - Diâmetro de Coleta

IQD - Índice de Qualidade Dickson

MST - Matéria Seca Total

MSPA - Matéria Seca da Parte Aérea

MSR - Matéria Seca da Raiz

pH- Potencial Hidrogeniônico

N- Nitrogênio

P - Fósforo

K - Potássio

B - Boro

S - Enxofre

B - Boro

S - Enxofre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	Tratamento de esgoto	2
2.2	Lodo de esgoto (biossólido)	4
2.3	Biossólido como substrato na produção de mudas	6
2.4	Cultura da goiaba	8
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1	Localização, componentes e preparo do substrato.....	10
3.2	Condução do experimento	13
3.3	Índice de qualidade de Dickson (IQD).....	17
3.4	Variáveis analisadas e análises estatística	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23
	ANEXO A – Análise química do tratamento 1	29
	ANEXO B – Análise química do tratamento 2	30
	ANEXO C – Análise química do tratamento 3	31
	ANEXO D – Análise química do tratamento 4	32
	ANEXO E – Análise química do tratamento 5	33
	ANEXO F – Análise química do tratamento 6	34
	ANEXO G – Análise analítica do lodo de esgoto centrifugado da ETE Francisco Velludo ..	35

1 INTRODUÇÃO

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico do Brasil prevê que, até 2033, o Brasil deve fornecer coleta e tratamento de esgoto para 90% da população (PERES, 2024). Entretanto, por falta de investimentos, principalmente em regiões mais pobres como o Norte e Nordeste, a universalização do tratamento de esgoto nos municípios brasileiros, fica cada vez mais difícil de ser cumprida até o ano previsto (BRASIL, 2000).

Nas áreas urbanas, o esgoto doméstico é aquele que provém de residências, comércio, escolas e diversos outros estabelecimentos e a falta de seu tratamento está associada à poluição ambiental dos recursos naturais, com impactos diretos nos mananciais e na saúde da população (BRASIL, 2004).

Em Uberaba (MG), a Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau), coleta 98,50% e trata 100% de seu esgoto doméstico (CODAU, 2013), para uma população, segundo o censo de 2022 de 337.836 habitantes (IBGE, 2023) e está em 23º lugar no ranking nacional do saneamento básico em 2024 (ITB, 2024).

O lodo de esgoto é um resíduo do tratamento final do esgoto nas ETEs, que possui patógenos e metais pesados e na maioria das vezes destinado, para o aterro sanitário (PIRES, 2006). No entanto, se devidamente estabilizado e higienizado, torna-se um bio sólido, que pode ser usado com critérios como adubo ou condicionado de solo para a agricultura e como substrato orgânico na produção de mudas como a goiaba *Psidium guajava* L. (PEREIRA, 2019) e por ser rico em nutrientes, carbono e matéria orgânica, pode ser uma fonte de sequestro de carbono (CARVALHO, 2014).

A goiaba *Psidium guajava* L. é uma frutífera tropical nativa da América do Sul e o Brasil é o maior produtor mundial, com destaque na produção o Estado de São Paulo (NOGUEIRA; ALVES, 2011). Entre as espécies frutíferas, a goiaba paluma (poupa vermelha) é a sétima fruta comercial mais importante e cultivada do país, com produtividade média de 26.402 kg/ha e pode ser reproduzida principalmente, por meio de sementes ou estaquias com uso de substratos (CASTRO, 2020).

O uso de bio sólido como fertilizante em solo no tratamento de goiaba paluma demonstrou elevação da produtividade (CAETANO, et al., 2009) e teve melhor desenvolvimento vegetativo de mudas de goiaba paluma quando utilizou o substrato bio sólido e solo na proporção 2:1, respectivamente (PEREIRA, 2019).

O objetivo desse trabalho foi avaliar substrato de bio sólido e substrato comercial Biomix[®], com diferentes concentrações na produção de mudas de goiaba paluma.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os termos relacionados às características das aplicações do substrato orgânico biossólido (lodo de esgoto) no processo de produção de mudas de Goiaba *Psidium guajava* L. cultivar paluma (poupa vermelha) na agricultura, além de seus aspectos legais, econômicos e socioambientais.

2.1 Tratamento de esgoto

Nas áreas urbanas, o esgoto doméstico é aquele que provém de residências, comércio, escolas e diversos outros estabelecimentos. De forma geral, os esgotos domésticos contêm cerca de 99,9% de água e apenas 0,1 de impurezas (BARROS, 1995).

No município de Uberaba (MG), a Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau), coleta 98,50% e trata 100% de seu esgoto doméstico para uma população, segundo o censo de 2022 de 337.846 habitantes (CODAU, 2013).

Na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Francisco Velludo da Codau, o tratamento de esgoto doméstico inicia quando os esgotos passam pela rede coletora de esgoto (emissário), chegando até a ETE (Figura 1).

Todo o processo do tratamento segue em ordem, nas seguintes etapas:

- Tratamento preliminar (TP)

Ocorre retirada dos resíduos sólidos (areia, cabelo, escova, roupas e entre outros) de líquidos (gorduras) por gradeamento e sistema de aeração, respectivamente, que vem misturados com o esgoto doméstico. Nesta etapa temos o lodo primário ou *in natura* (bruto).

- Reatores Anaeróbicos de Fluxo Ascendentes (RAFAs)

Os esgotos provenientes do TP, passam por tanques fechados na presença de bactérias por um período de 10 horas, que reduzem 60% da matéria orgânica.

Neste processo são produzidos gases, principalmente metano, que são canalizados até uma chaminé e queimados. A queima, converte esses gases em gás carbônico, que é um gás menos agressivo para o efeito estufa no meio ambiente. No entanto, esses gases podem ser reaproveitados como fonte de energia elétrica para a própria ETE ou como fonte de calor para higienização do lodo de esgoto, transformando-o em biossólido podendo ter seu uso agrícola.

- Lagoas Aeradas de Mistura Completa (LAMCs)

Os esgotos, provenientes dos RAFAs, chegam parcialmente depurados e continuam sendo depurados por um dia e meio em agitadores. Assim, toda a matéria orgânica do esgoto é removida por ação de bactérias.

- Lagoas Aeradas Facultativa (LAFs)

Os esgotos provenientes das LAMCs chegam às LAFs, que trabalham em série. Onde ocorre o tratamento final do lodo de esgoto, por meio de difusão de ar.

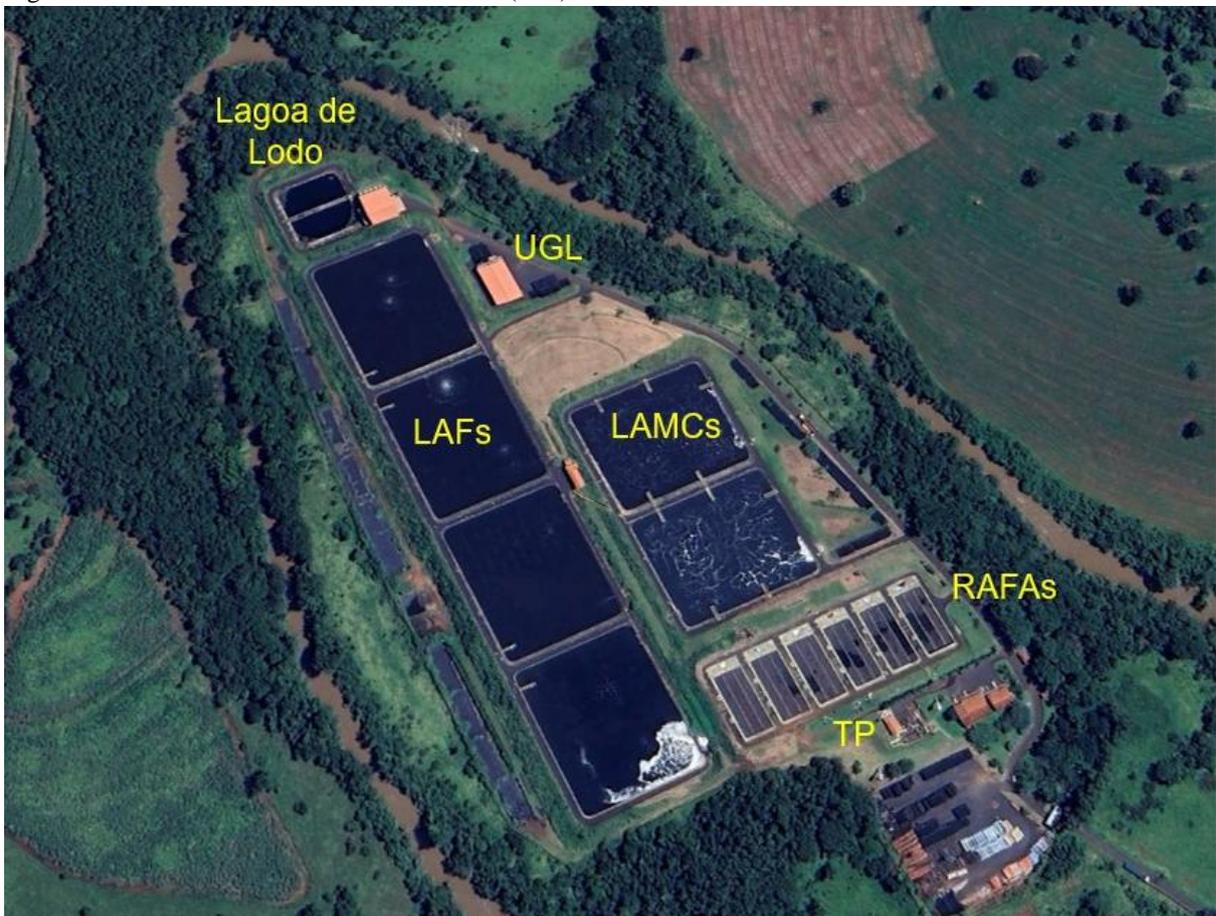
O esgoto quando chega na última lagoa, agora já devidamente tratado, é lançado no Rio Uberaba e o lodo, um resíduo gerado do processo de tratamento de esgoto, é armazenado em uma lagoa de lodo de esgoto e depois de centrifugado. A água resultante desse processo, retorna as LAMCs.

- Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL)

Na UGL, o lodo centrifugado, que foi gerado no processo de tratamento do esgoto, já está estabilizado (inativo) para ser higienizado (redução de patógenos), tornando-se um bio sólido, que pode ser utilizado na agricultura ou como substrato na produção de mudas.

A Codau através de suas três ETEs (Francisco Velludo, Filomena Cartafina e Hugo Rodrigues da Cunha) gera cerca de 100 toneladas por mês de lodo estabilizado (inativo). Esse lodo, pode ser aproveitado na agricultura como adubo ou condicionador de solos, mas por enquanto, está sendo destinado ao aterro sanitário em Uberaba.

Figura 1- ETE Francisco Velludo em Uberaba (MG).



Fonte: Google Earth (2024). Adaptada pelo Autor (2024).

2.2 Lodo de esgoto (biossólido)

No Brasil, cerca de 42% do lodo produzido no Brasil, são destinados para os aterros sanitários (ANDREOLI et al., 2006).

O esgoto sanitário após coletado na rede de esgoto é direcionado para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Após o seu processo de tratamento, a água residual retorna ao manancial com boa qualidade de pureza, gerando um resíduo semissólido orgânico denominado lodo de esgoto (PEDROZA et al., 2010) e após o processo de higienização passa a ser biossólido (VAN HAANDEL; ALEM SOBRINHO, 2006), um substrato orgânico de qualidade para uso na agricultura e na produção de mudas.

O lodo de esgoto gerado nas ETEs na maioria das vezes é destinado ao aterro sanitário sem ser aproveitado, gerando impactos econômicos e socioambientais. Entretanto, estudos iniciais do lodo de esgoto coletado na ETE Francisco Velludo (Figura 2), usado como biossólido na agricultura, pode mudar essa realidade em Uberaba (CODAU, 2013).

Figura 2- Lodo centrifugado da ETE Francisco Velludo.



Fonte: Do Autor (2024).

O lodo de esgoto da ETE Francisco Velludo é classificado como classe IIA (não inertes), ou seja, não perigosos, com baixa periculosidade e podem ter propriedades como biodegradabilidade, baixa combustibilidade ou solubilidade em água e que devem ser reciclados, reutilizados, beneficiados e dispostos em locais licenciados (ABNT, 2004).

Na ETE Francisco Velludo, o lodo *in natura* (sem tratamento), é formado na primeira etapa (tratamento preliminar) do tratamento do esgoto, onde possui uma carga considerada de patógenos e que é reduzida consideravelmente, na última etapa (lagoas aeradas facultativas), que depois de centrifugado, o lodo torna-se inativo (estabilizado) para ser higienizado e se transformar em bio sólido.

Observa-se que os valores das substâncias inorgânicas poluentes e dos agentes patogênicos contaminantes presentes no lodo centrifugado e no bio sólido da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Francisco Velludo possuem baixas concentrações em relação aos valores de referência (Tabela 1). Estes valores, atendem a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 498 de 2020, que regulamenta o uso do bio sólido na agricultura via solo ou como substrato na produção de mudas (BRASIL, 2020).

Tabela 1: Substâncias inorgânicas e agentes patogênicos do lodo de esgoto centrifugado e do bio sólido.

Parâmetros	Lodo centrifugado	Unidade	Bio sólido	VR
Arsênio (As)	ND	mg/kg	2,70	41
Bário (Ba)	174	mg/kg	175	1.300
Cádmio (Cd)	0,20	mg/kg	0,20	39
Chumbo (Pb)	7,39	mg/kg	8,02	300
Cobre (Cu)	109	mg/kg	104	1.500
Cromio (Cr)	24	mg/kg	26,61	1.000
Mercúrio (Hg)	ND	mg/kg	ND	17
Molibdênio (Mo)	5,49	mg/kg	5,32	50
Níquel (Ni)	7,29	mg/kg	7,69	420
Selênio (Se)	ND	mg/kg	ND	100
Zinco (Zn)	291	mg/kg	280	2.800
Coliformes fecais	2,6x10 ⁴	NMP/g ⁻¹ de ST	490	1.000
Ovos de helmintos	ND	Ovo/g ⁻¹ de ST	0,1	0,25
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente em 10g	Ausente	Ausente
Enterovírus	Presente	UFF/g	Ausente	0,25

Fonte: Codau (2020). Adaptado pelo Autor (2024).

VR: Valor de referência.

ND: Não detectável.

NMP: Número mais provável.

A/P: Ausente ou presente.

UFF: Unidade formadora de foco.

O bio sólido pode ser destinado em diversas áreas, desde que esteja devidamente licenciado pelos órgãos ambientais competentes e que seja feita sua rastreabilidade em todas as etapas que vão desde a sua produção na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) até a sua

aplicação, conforme local de disposição em atendimento com a resolução CONAMA n° 498 de 2020 (Tabela 2).

Tabela 2: Vantagens e desvantagens de alternativas de disposição de lodo de esgoto.

Destino	Vantagens	Desvantagens
Incineração	Redução do volume em esterilização	Custos elevados e poluição atmosférica.
Aterro sanitário	Baixo custo	Grandes áreas nos próximos centros urbanos.
Superfície de solo	Degradação microbiana de baixo custo	Acúmulo de metais pesados.
Recuperação de áreas degradadas	Alta taxa de aplicação	Contaminação do solo e lençol com metais pesados.
Agricultura	Solução a longo prazo como adubo e sequestro de carbono no solo	Poucas pesquisas sobre a quantidade a ser aplicada.

Fonte: Codau (2020). Adaptado pelo Autor (2024).

2.3 Biossólido como substrato na produção de mudas

O biossólido é um composto orgânico rico em nutrientes e matéria orgânica essenciais para as plantas apresentando potencial para uso na agricultura (TRANNIN; SIQUEIRA; MOREIRA, 2008) e podendo ser usado como adubo em solos para a produção de diversas culturas agrícolas (BARBARICK et al., 2017). Como substrato para a produção de mudas pode ter uma melhor absorção de nutrientes em relação ao fertilizante químico, uma vez que estes nutrientes presentes no biossólido, estão na forma orgânica e em quantidades balanceadas para atender as necessidades nutricionais das plantas, sendo liberados lentamente durante a fase do desenvolvimento da muda (CARVALHO; BARRAL, 1981), além de apresentar potencial de ser uma fonte de sequestro de carbono no solo, com geração de créditos de carbono para comercialização como *commodities* (CARMO; SILVA, 2012).

Alguns Estados como São Paulo e Paraná tem normas específicas, como a norma técnica n° P4.230 de 2021 (CETESB, 2021) e a Resolução n° 21 de 2009 (SEMA, 2009), respectivamente, além das normas nacionais como a Instrução Normativa (IN) n° 25 de 2009 (BRASIL, 2009) e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 498 de 2020 (BRASIL, 2020). Os demais estados como Minas Gerais, seguem as normas nacionais.

Observa-se que os resultados de todos os parâmetros analisados do biossólido da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Francisco Velludo possuem potencial agrônômico (Tabela 3), conforme resolução n° 498 de 2020 do CONAMA, que regulamenta o uso do biossólido na agricultura via solo ou como substrato na produção de mudas (BRASIL, 2020).

Tabela 3: Potencial agrônômico do lodo de esgoto centrifugado e do biossólido.

Parâmetros	Lodo centrifugado	Unidade	Biossólido
Matéria orgânica	-	g/dm ³	165,4
Carbono orgânico tota	355,7	g/dm ³	95,95
Nitrogênio Amoniacal	0,13	g/dm ³	ND
Nitrogênio Kjeldahl	0,15	g/dm ³	38,54
Nitrogênio Nitrato	0,01	g/dm ³	ND
Nitrogênio Nitrito	ND	g/dm ³	ND
Fósforo (P)	1.882	mg/dm ³	96,7
Potássio (K)	1,29	mmolc/dm ³	12,58
Cálcio (Ca)	30,57	mmolc/dm ³	182,8
Magnésio (Mg)	4,09	mmolc/dm ³	16,6
Alumínio (Al)	ND	mmolc/dm ³	ND
Enxofre (S)	4.107	mg/dm ³	378,9
Boro (B)	-	mg/dm ³	0.79
Cobre (Cu)	109	mg/dm ³	13,7
Ferro (Fe)	-	mg/dm ³	53,7
Manganês (Mn)	-	mg/dm ³	10,3
Zinco (Zn)	291	mg/dm ³	10,9
Molibdênio (Mo)	5,49	mg/dm ³	-
Sódio (Na)	301	mg/dm ³	-
pH	6,6	-	5,6
Umidade	81,13	%	30,60

Fonte: Codau (2020). Adaptado pelo Autor (2024).

ND: Não detectável.

Nos últimos anos, pesquisas têm demonstrado bons resultados agroambientais e econômicos com o uso de biossólido para a produção de mudas agrícolas.

Em estudo com produção de mudas de eucalipto *Eucalyptus ssp.*, Caldeira et al. (2013) observaram que o biossólido influenciou no desenvolvimento de mudas, sendo os melhores resultados obtidos com o tratamento contendo 20% de palha de café e 80% de biossólido para os parâmetros como: altura e diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea e da raiz e massa seca total. Resultados semelhantes também foram observados por Lobo et al. (2020) nos tratamentos com maior concentração de biossólido no substrato, obtendo melhores valores em todos parâmetros avaliados como: altura e diâmetro de planta, matéria seca e avaliação mineral foliar. Também, Trigueiro; Guerrini (2003) em estudos, conseguiram uma economia de cerca de 64% na aquisição de adubos químicos.

Em estudo com produção de mudas de árvores, avaliou-se diferentes concentrações de biossólido com substrato comercial em cedro *Cedrela fissilis* Vell, após 120 dias de semeadura, obteve melhores resultados em todos os tratamentos para os parâmetros como: altura de planta,

diâmetro de coleto, número de folhas, massa seca da parte aérea e raiz, massa seca total, índice de robustez e índice de qualidade de Dikson (VIEIRA, 2022). Resultados semelhantes também foram observados na produção de mudas de aroeira pimenteira *Schinus terebinthifolia* Raddi por Abreu et al. (2018) obtendo melhores valores em todos parâmetros avaliados como: altura e diâmetro de planta, matéria seca da parte aérea e da raiz e matéria seca total. Também, Melo et al. (2021) avaliaram diferentes concentrações de biossólido com substrato comercial na produção de mudas de uva do japão *Hovenia dulcis* Thunberg e após os 180 dias de semeadura, observaram melhores resultados que continham concentrações de biossólido para os parâmetros: altura de planta, diâmetro de coleto, número de folhas, massa seca da parte aérea e raiz, massa seca total e também para os teores de macro e micronutrientes avaliados na raiz e parte aérea, resultando em melhor desenvolvimento e qualidade nutricional das mudas.

Em estudos com produção de mudas de goiaba *Psidium guajava* L. cultivar Paluma, Caetano et al. (2011) quando utilizaram o biossólido como fertilizante no solo demonstrou elevação da produtividade e qualidade de frutos. Pereira (2019) avaliando diferentes concentrações de biossólido com maravalha e solo, após 60 dias do transplântio de mudas, concluíram o melhor desenvolvimento vegetativo de mudas, foi quando utilizou o substrato biossólido e solo na proporção 2:1, respectivamente e Couto (2017) avaliando diferentes concentrações de biossólido com diferentes substratos comerciais, concluíram que os melhores resultados no desenvolvimento e qualidade de mudas foi com o uso do biossólido.

2.4 Cultura da goiaba

O Brasil é o 3º maior produtor e o 24º maior exportador mundial de frutas, exportando apenas 5% da sua produção total, tendo alto consumo para o mercado interno e um grande potencial de crescimento nas exportações de frutas (ABRAFRUTAS, 2024).

A fruticultura no Brasil é uma atividade bastante dinâmica com geração de emprego e renda diretos e indiretos ao longo de sua cadeia produtiva, que em 2019 gerou mais de 5 milhões de empregos, representado 16% dos empregos diretos formais no setor agrícola do Brasil (BRASIL, 2022), promovendo o desenvolvimento de uma região como por exemplo a região Sudeste respondendo por 51% da produção nacional de frutas e também a maior concentração populacional, cerca de 42%, da população do país (FONSECA, 2022).

Em 2020, a produção de frutas brasileira, atingiu o valor de 88,5 bilhões de reais, o que corresponde cerca de 19% do valor da produção agropecuária (IBGE, 2023) e exportou cerca de US\$ 875 milhões, o que corresponde 1 milhão de toneladas, tendo ainda uma previsão maior de produção e exportação de frutas para a safra de 2026/27 (ABRAFRUTAS, 2024).

O Brasil tem um grande potencial edafoclimático para a produção das maiorias das espécies frutíferas de interesse comercial (SOUZA, 2009). Dessa forma, a fruticultura brasileira, tornou-se uma atividade econômica viável para frutas frescas e para as agroindústrias, atendendo o mercado interno e as exportações como por exemplo a goiaba paluma, sendo a sétima fruta comercial mais cultivada do país, com produtividade média de 26.402 kg/ha (BRASIL, 2021).

A goiaba *Psidium guajava* L. é da família Myrtaceae, uma árvore frutífera tropical nativa da América do Sul, ao qual o Brasil é o maior produtor mundial. Ela ocorre espontaneamente nas regiões do Rio Grande do Sul até o Maranhão, devido a sua rusticidade, alta capacidade de dispersão e se adapta facilmente a diferentes condições edafoclimáticas (NOGUEIRA; ALVES, 2011).

Em geral, as mudas de goiaba podem ser reproduzidas por meio de sementes (mudas não padronizadas) ou por meio de propagação vegetativa (mudas padronizadas) com uso de técnicas como estaquia, enxertia, alporquia, clones, multiplicação de tecidos (cultura *in vitro*) e entre outros.

A goiaba paluma (Figura 3) se caracteriza por ter a polpa vermelha e com poucas sementes e é amplamente produzida em diversas regiões do Brasil, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, seguido por Pernambuco e Bahia (GERMANO et al., 2019).

Figura 3- Goiaba paluma.



Fonte: Senar-PE (2024).

A goiaba paluma contém licopeno, excelente oxidante para controle de doenças como o câncer e aterosclerose, vitaminas do complexo A, B e C. É rica em ferro, cálcio, fósforo (GALEANO et. al., 2023).

Segundo Bevilaqua et al. (2017) concluíram em seus estudos com seleção de população de diferentes genótipos de goiaba paluma, teve os melhores resultados para os parâmetros avaliados (cor, sabor, aparência e impressão global) comparados com os demais materiais genéticos avaliados.

O cultivo de goiaba no solo com o uso de biofósforo está amparado pela Resolução CONAMA nº 498/2020 quanto a IN nº 25 do MAPA, conforme critérios socioambientais e recomendações agrônomicas, considerando principalmente sua dosagem, intervalo e período no solo mediante as análises de solo, raiz e foliar da cultura (BRASIL, 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo, estão detalhas todas as etapas do experimento que envolve desde a coleta de amostras do substrato biofósforo e do substrato comercial utilizados para o desenvolvimento de mudas de goiaba paluma (polpa vermelha), até a avaliação estatística dos parâmetros químicos e biológicos dos tratamentos avaliados.

3.1 Localização, componentes e preparo de substrato

O experimento foi desenvolvido no Viveiro SolosVerdes, localizado no Bairro Tancredo Neves em Uberaba (MG), conforme coordenadas geográficas: SIRGAS 2000 23K: 190900.57mE e 7816350.48mS.

O clima da região de Uberaba é tropical quente úmido, com inverno frio e seco, (SILVA; GUIMARÃES; TAVARES, 2011) com temperatura média anual de 22.9 °C e a pluviosidade média anual de 1681 mm (BRASIL, 2010).

O experimento foi conduzido no período de janeiro a maio de 2024, no viveiro de mudas, que possui sombrite 50%, irrigação aérea por aspersão automatizada, bancada para tubetes cônico de polipropileno de 19 cm de comprimento, 0,63 cm de diâmetro e 8 estrias longitudinais com capacidade de 280cm³ e como estrutura de suporte utilizou-se uma grade metálica de 100 células apoiada sobre o piso do viveiro com um metro de altura.

Para o desenvolvimento do experimento, foram adquiridas sementes de goiaba paluma (Figura 4), com vigor de germinação de 85% certificadas pelo Ministério da Agricultura e pecuária (MAPA) de uma empresa de São Paulo (SP).

Figura 4: Sementes de goiaba paluma.



Fonte: Autor (2024).

Os substratos utilizados no experimento para a semeadura das sementes e consequentemente na avaliação das mudas de goiaba são orgânicos (Figura 5). Foram utilizados para a produção de mudas, os substratos orgânicos bioossólido (BIO) de lodo de esgoto da Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau), localizada no município de Uberaba (MG) e o substrato comercial (SC) da empresa Biomix®.

Figura 5: Substratos bioossólido e comercial Biomix.



Fonte: Autor (2024).

O substrato bioossólido da Codau é proveniente de sua Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Francisco Veludo e o substrato comercial Biomix®, composto por casca de pínus moída e fibra de coco e turfa, com registrado no MAPA e foi adquirido no mercado local.

Segundo informações da Codau, o esgoto tratado na ETE Francisco Veludo é de áreas Urbanas, origem domiciliar e comercial. Entretanto, na ETE possui sistemas orgânico (ações de bactérias anaeróbicas e aeróbicas) de tratamento secundário de esgoto, por meio de reatores anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) de lodos ativados e adensamento de lodo secundário por meio de centrífugas, que depois de estabilizado e higienizado, esse lodo de esgoto é enviado para o aterro sanitário em caçambas (Figura 6).

Figura 6: Biossólido.



Fonte: Autor (2024).

Para misturar (luvas de borracha, peneira e máscara) e medir a massa (balança digital) do biossólido, fez-se o peneiramento com malha de 8 (abertura nominal 2,36 mm) para homogeneizar os grânulos, que ficou exposto à irradiação solar por 30 dias para reduzir a umidade e consequentemente, estabilizar biologicamente (Figura 7).

Os tratamentos foram sorteados e dispostos na bancada em tubetes com capacidade de 280 cm³ preenchidos com os substratos. Em cada tubete, foram semeadas cinco sementes de goiaba paluma (Figura 8). Em seguida, realizou-se a irrigação aérea em sistema automatizado, programada três vezes ao dia, nos horários de 7 horas, 12 horas e 17 horas, com duração de 20 minutos para cada horário. Em dias de chuva, não teve irrigação.

Figura 7: Biossólido exposto à irradiação solar.



Fonte: Autor (2024).

Figura 8: Tubete com substrato e sementes.



Fonte: Autor (2024).

3.2 Condução do experimento

O experimento teve início em janeiro de 2024 e como substrato para a germinação das sementes de goiaba paluma nos tubetes, utilizou-se o bio-sólido (BIO) e substrato comercial (SC) Biomix®. Para o experimento, utilizou-se o Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado (DIC), que constituiu de seis tratamentos, com quatro repetições e três plantas por parcela (Tabela 5 e Figura 10).

Tabela 4: Disposição dos tratamentos, conforme sorteio de mudas de goiaba paluma.

Tratamentos		Distribuição dos tratamentos		
T1 100% BIO	T5	T3	T1	T6
T2 80% BIO e 20% SC	T4	T2	T3	T5
T3 60% BIO e 40% SC	T4	T6	T3	T5
T4 40% BIO e 60% SC	T2	T1	T2	T4
T5 20% BIO e 80% SC	T5	T1	T6	T1
T6:100% SC	T2	T3	T6	T4

Fonte: Autor (2024).

Figura 9: Disposição dos tratamentos em DIC.



Fonte: Autor (2024).

As análises químicas dos substratos foram realizadas previamente no laboratório da empresa Labfért em Uberaba (MG) para determinação dos nutrientes, conforme recomendações agrônômicas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), Tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Teores de macronutrientes por tratamento.

Trata- mentos	N mg/dm³	P mg/dm³	K mmolc/dm³	Ca mmolc/dm³	Mg mmolc/dm³	S mg/dm³
T1 100% BIO	38,54	96,7	12,58	182,8	16,6	378,9
T2 80% BIO e 20% SC	11,68	147,3	22,40	124,8	16,7	160,9
T3 60% BIO e 40% SC	16,70	89,1	22,74	145,5	14,6	320,2
T4 40% BIO e 60% SC	21,68	99,6	15,19	166,7	16,9	353,7
T5 20% BIO e 80% SC	26,71	101,5	13,25	213,5	17,0	379,6
T6 100% SC	6,28	113,0	20,90	130,0	17,0	101,4

Fonte: Autor (2024).

Tabela 6: Teores de micronutrientes por tratamento e de carbono total.

Trata- mentos	B mg/dm³	Zn mg/dm³	Mn mg/dm³	Fe mg/dm³	Cu mg/dm³	CT g/dm³
T1 100% BIO	0,79	10,9	10,3	53,7	13,7	95,95
T2 80% BIO e 20% SC	1,28	9,6	13,68	55,4	6,4	94,91
T3 60% BIO e 40% SC	1,43	10,1	14,6	55,8	10,1	103,08
T4 40% BIO e 60% SC	1,25	10,4	9,04	55,6	10,4	96,53
T5 20% BIO e 80% SC	1,84	10,9	12,24	56,0	14,1	102,39
T6 100% SC	1,59	8,2	15,20	55,6	2,3	97,45

Fonte: Autor (2024).

O experimento foi realizado no período de janeiro a maio de 2024 no viveiro SolosVerdes em Uberaba-MG (Figura 10).

Figura 10: Viveiro SolosVerdes.



Fonte: Autor (2024).

Iniciou-se o experimento com a semeadura de sementes de goiaba paluma, colocando cinco sementes por tubete. Após 60 dias da semeadura e crescimento inicial das mudas, foi realizado o raleio (eliminação) deixando uma muda (mais vigorosa) por tubete e ocorreu a primeira avaliação (março) dos parâmetros: altura da parte aérea com uma régua de 30 cm, diâmetro do coleto com paquímetro digital e contagem do número de folhas (Figura 11).

Figura 11: Primeira avaliação das mudas, após 60 dias da semeadura.



Fonte: Autor (2024).

A segunda e a terceira avaliação ocorreram respectivamente, após 90 (abril) e 120 (maio) dias da semeadura das sementes analisando os mesmos parâmetros da primeira avaliação (Figuras 12 e 13). Em seguida, fez a separação da parte aérea do sistema radicular de cada muda (Figura 14) colocando cada parte dentro de um envelope de papel *kraft* (suporta calor) para secar em uma estufa à 65 °C por um período de 72 horas (Figura 15).

Figura 12: Segunda avaliação das mudas, após 90 dias da sementeira.



Fonte: Autor (2024).

Figura 13: Terceira e última avaliação das mudas, após 120 dias da sementeira.



Fonte: Autor (2024).

Figura 14: Separação da parte aérea e da raiz dos tratamentos.



Fonte: Autor (2024).

Após a secagem, as mudas foram pesadas em uma balança de precisão digital para obtenção da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea (Figura 15). Com isso, foram feitos os cálculos dos índices de robustez (IR) e de qualidade de Dickson (IQD).

Figura 15: Secagem e pesagem da parte aérea e da raiz dos tratamentos.



Fonte: Autor (2024).

3.3 Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Em busca de um padrão de mudas de qualidade para o plantio no campo é possível utilizar testes que correlacionem parâmetros morfológicos ou fisiológicos das mudas em seu estágio de desenvolvimento (GOMES et al., 2013). O índice de qualidade de Dickson é um bom indicador de qualidade na produção de mudas, por considerar em seus cálculos as correlações morfológicas ou fisiológicas que serão avaliadas estaticamente como: altura de planta, diâmetro de coleto e de copa, peso da massa seca da parte aérea e da raiz e massa total (ABREU et al., 2018) e quanto melhor os resultados de avaliação da qualidade das mudas no tratamento, maior será o valor índice de qualidade de Dickson (JOSÉ et al., 2009).

3.4 Variáveis analisadas e análise estatística

Para análise estatística dos resultados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) para avaliar mensalmente os parâmetros como: altura, diâmetro do coleto e o número de folhas. Após última avaliação, aos 120 dias, as mudas foram para laboratório para limpeza de raízes, separação da parte aérea e da raiz e em seguida secagem para a avaliação da massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e calcular o índice qualidade de Dickson (IQD) e o índice de robustez (H/DC).

Para calcular o índice de qualidade de Dickson (IQD), usou-se a fórmula $IQD = [MST/(H/DC) + MAS/MSR]$, onde: H=altura da parte aérea; DC= diâmetro do coleto; MAS/MSR= massa seca da parte aérea/massa seca das raízes e MST= massa seca total (DICKSON et al., 1960). Já para calcular índice de robustez (IR), usou-se a fórmula $IR = H/DC$.

Após avaliação dos parâmetros, os resultados foram submetidos à análise de variância do teste ANOVA e comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para as variáveis que não permitirem o emprego do teste ANOVA (IQD e H120 dias) sob pena de infringir premissas básicas para aplicação do referido teste, foi adotado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme resultados das análises químicas dos tratamentos com o substrato biossólido (BIO) e o substrato comercial (SC) biomix® do experimento (anexos A, B, C, D, E e F) e da análise química do lodo de esgoto da ETE Francisco Velludo (anexo G), demonstraram que o biossólido tem alto teor de nutrientes, principalmente de nitrogênio (N) em relação ao substrato comercial, o que refletiu no desenvolvimento superior das mudas em todos os tratamentos com o uso do biossólido (Tabelas 5 e 6).

O tratamento T6 (testemunha), que usou apenas o substrato comercial, não houve germinação de sementes, portanto não faz parte das análises estatísticas avaliadas.

Analisando a altura (H) das mudas de goiaba paluma aos 60 dias de plantio, não houve diferença estatística entre os tratamentos pelo teste ANOVA, mas aos 90 e 120 dias já diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 7). Aos 90 dias observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo o T1 com a maior média, enquanto o T5 teve a menor, respectivamente, com as médias de 16,31 cm e 8,73 cm. Infere-se que até aos 60 dias as mudas de goiaba ainda tinham pouco sistemas radicular e área foliar para absorção dos nutrientes, utilizando ainda da reserva nutricional que sobrou das sementes. Por isso, que houve equilíbrio no desenvolvimento inicial das mudas. Aos 120 dias, as médias da altura dos tratamentos foram submetidas ao teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância. Houve diferença nos tratamentos: T1 e T5; e T2 e T5, pelo teste de Dunn a 5% de significância. Ou seja, não houve diferença quanto à variável altura (H) nos tratamentos T3, T4 e T5.

Com relação à altura de mudas, resultados semelhantes em estudos com produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, observou-se que maiores concentrações de biossólido nos tratamentos favoreciam o crescimento de altura de mudas aos 90 dias de plantio (CALDEIRA et al. 2013) e aos 115 dias, foram observados por Siqueira et al. (2018) e GOMES, et al. (2013) o mesmo crescimento em todos os tratamentos.

Em seus estudos, Trigueiro; Guerrini (2003) complementa que o biossólido, por ser rico em nitrogênio e potássio, ajudando a influenciar no crescimento da altura das mudas.

Nesse trabalho todos os tratamentos com biossólido (BIO) apresentaram valores de nitrogênio (N) superiores ao substrato comercial (SC), o que influenciou positivamente com maiores valores no crescimento da altura das mudas (Tabela 7).

Analisando o diâmetro de coleto (DC) das mudas de goiaba paluma. Aos 60 dias houve diferença significativa entre os tratamentos T4 e T1 e T4 e T2; também entre os tratamentos T5 e T1 e T5 e T2. Aos 90 dias e 120 dias a maior média foi o tratamento T1, com valores 3,06 mm e 4,25 mm, respectivamente, já diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 7).

Com relação ao crescimento do diâmetro de coleto, (LOBO; OLIVEIRA; SILVA, 2020) demonstraram melhores resultados de crescimento do diâmetro de coleto, após os 113 dias do estaqueamento de mudas de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla*, em tratamento com maiores valores de biossólido. Resultados semelhantes, foram observados por, Abreu et al. (2018) em tratamentos com o uso do biossólido com ou sem adubação favoreceu o crescimento do coleto e altura na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia*.

Tabela 7: Médias da altura (H) e do diâmetro do coleto (DC) em 60, 90 e 120 dias de mudas de goiaba.

Tratamentos	H	H	H	DC	DC	DC
	60 dias (cm)	90 dias (cm)	120 dias (cm)	60 dias (mm)	90 dias (mm)	120 dias (mm)
T1 100% BIO	5,00 a	16,31 a	22,54 a	1,25 a	3,06 a	4,25 a
T2 80% BIO e 20% SC	4,9 a	13,82 b	19,85 b	1,20 a	2,63 b	3,72 b
T3 60% BIO e 40% SC	4,80 a	12,19c	18,32 b	1,10 a	2,14 c	2,64 c
T4 40% BIO e 60% SC	4,70 a	9,94 d	13,96 c	1,04 a	1,83 c	2,64 d
T5 20% BIO e 80% SC	4,60 a	8,73 e	12,20 c	1,00 a	1,69 c	2,35 e
T6 100% SC	–	–	–	–	–	–

Fonte: Autor 2024).

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Analisando o número de folhas (NF) aos 60, 90 e 120 dias de plantio, os resultados não diferem estatisticamente entre si com relação aos tratamentos. (Tabela 8). Entretanto, é

importante destacar que o aumento nos números de folhas e seu crescimento estão ligados ao poder fotossintético da folha sobre a qual a muda de goiaba se desenvolve com melhores condições de ser levada ao campo (OLIVEIRA, 2012).

Tabela 8: Médias do número de folhas (NF) em 60, 90 e 120 dias de mudas de goiaba.

Tratamentos	NF 60 dias	NF 90 dias	NF 120 dias
T1 100% BIO	6 a	10,5 a	13,5 a
T2 80% BIO e 20% SC	6 a	9,5 a	12,0 a
T3 60% BIO e 40% SC	6 a	9,5 a	11,5 a
T4 40% BIO e 60% SC	6 a	9,0 a	11 a
T5 20% BIO e 80% SC	6 a	8,5 a	10,5 a
T6 100% SC	-	-	-

Fonte: Autor 2024.

Analisando as médias de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), Índice de Robustez (H/DC) e Índice de Qualidade Dickson (IQD) de mudas de goiaba paluma, após 120 dias de plantio (Tabela 9).

Para (MSPA) deteve melhores valores médios no tratamento T1 com 3,21g e valores médios inferiores no T5 com 1,74g. Já a massa seca da raiz (MSR), teve a melhor média no T1 com 2,30 g e a pior média no T5 com 1,25g.

Em seus estudos Siqueira et al. 2018, com mudas de 120 dias após a semeadura, obtiveram resultados superiores em tratamentos com uso de 100% de biossólido e 75% de biossólido com 25% de substrato comercial para os parâmetros de (MSPA) e (MSR), semelhante aos resultados encontrados neste estudo.

Para (MST) o melhor tratamento foi T1 com 5,51 g e com valores inferiores o tratamento foi T5 com 2,99 g.

Para (H/DC) que é um fator importante na qualidade de mudas (CARNEIRO,1995), afirma que os valores ideais é entre 5,2 e 8,1 para qualquer estágio de crescimento. Desta forma, os tratamentos apresentaram valores satisfatórios (5,2 a 5,77) aos 120 dias após a semeadura.

Para (IQD), o presente trabalho obteve os melhores valores para o tratamento T1 com 0,82, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos T1 e T5; e T2 e T5 com valores 0,82 e

0,45; e 0,72 e 0,45 respectivamente, pelo teste Kruskal-Wallis seguido por Dunn a 5% de significância.

Tal resultado explica-se devido ao fato de possuir menos nitrogênio (N), o que acaba limitando o crescimento das mudas de goiaba paluma (FREIBERGER et al., 2013). Os maiores valores de nitrogênio encontram-se no T1 com 38,54 mg/dm³ onde as mudas de goiaba apresentaram maior crescimento em relação aos demais tratamentos.

Nota-se que o aumento da quantidade de biossólido nos tratamentos influenciou no desenvolvimento dos aspectos morfológicos (altura, diâmetro de coleto, massa seca da parte aérea e de raiz e entre outros) de mudas de goiaba paluma, sendo que o tratamento T1 (100% biossólido), foi o que apresentou melhores resultados em 120 dias.

Tabela 9: Médias de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), Índice de Robustez (H/DC) e Índice de Qualidade Dickson (IQD) de mudas de goiaba paluma, após 120 dias de plantio.

Tratamento	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	H/DC	*IQD
T1 100% BIO	3,21 a	2,30 a	5,51 a	5,29 a	0,82 a
T2 80% BIO e 20% SC	2,83 b	2,03 b	4,86 b	5,33 a	0,72 b
T3 60% BIO e 40% SC	2,63 c	1,88 c	4,50 c	5,77a	0,63 c
T4 40% BIO e 60% SC	2,00 d	1,45 d	3,45 d	5,29 a	0,52 d
T5 20% BIO e 80% SC	1,74 e	1,25 e	2,99 e	5,20 a	0,45 d
T6 100% SC	–	–	–	–	–

Fonte: Autor (2024).

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5 CONCLUSÕES

Conforme os resultados encontrados nessa dissertação sobre o desenvolvimento de mudas de goiaba paluma durante os três meses de avaliação, observou-se que o substrato do tratamento T1 (100% BIO) bio sólido puro, em geral, obteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos T2 (80% BIO e 20%SC), T3 (60% BIO e 40% SC), T4 (40% BIO e 60% SC) e T5 (20% BIO 80%SC).

Sendo assim, os resultados obtidos indicam que o substrato bio sólido puro é uma alternativa viável a produção de mudas de goiaba paluma.

REFERÊNCIAS

ABRASFRUTAS (Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados). **Faturamento com as exportações de frutas brasileiras cresceu quase 30%**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2024/04/faturamento-com-as-exportacoes-de-frutas-brasileiras-cresceu-quase-30/>. Acesso em: 3 jun. 2024.

ABREU, A. H. M.; OLIVEIRA, R. R.; ABEL, E. L. S.; LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S. **Biossólido e substrato comercial na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia***. Pesquisa florestal brasileira, v. 38, n° 1, p. 1-10. Embrapa Florestas. Brasília, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201501066>. Acesso em: 3 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. 2.ed. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

ANDREOLI, C. V. et al. **Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal**. In: ANDREOLI, C. V. et al. Alternativas de uso de resíduos do saneamento. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Cap. 8. p. 235-281.

BARBARICK, K.; IPPOLITO, J.; MCDANIEL, J. **Meta-Analyses of Biosolids Effect in Dryland Wheat Agroecosystems**. J. Environ. Qual., 46: 452-460. 2017.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios).

BEVILAGUA, J. P. et al., **Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. São Paulo. set. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): Embrapa. **Frutas brasileiras com indicação geográfica**. Fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/arquivos-publicacoes-ig/catalogo-frutas-brasileiras-com-indicacao-geografica>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): Embrapa. **Goiaba: a fruta nativa do Brasil que conquistou o mundo**. Revista da Fruta. set. 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1162091/1/Goiaba-a-fruta-nativa-do-Brasil-que-conquistou-o-mundo.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Casa Civil. **Lei nº 14026**: atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 02 mai. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA **Resolução nº 498**: define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Brasília, 2020. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=797. Acesso em: 02 fev. 2024.

BRASIL. Senado Federal: Estudo aponta que falta de saneamento prejudica mais de 130 milhões de brasileiros. **Senado Notícias**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2022/03/estudo-aponta-que-falta-de-saneamentoprejudica-mais-de-130-milhoes-de-brasileiros>. Acesso em: 04 jun.2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICOTEMATICOVISAOGERALSNIS2021.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): Embrapa. **Clima**. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): Embrapa. **Uso de biossólido em plantios florestais**. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC2009/28919/1/doc202.pdf>. Acesso em 20 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 25**. Aprova definições, especificações e as garantias dos fertilizantes orgânicos, simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidadeanimal-e-vegetal/sanidade-vegetal/analise-de-riscos-de-pragasarquivos/INMAPAn252020ARPs.pdf/view>. Acesso em 20 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde - FNS. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408 p. ISBN: 85-7346-045-8. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/residuos/Manual%20de%20Saneamento.pdf>. Acesso em 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Inmet**. 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 de jun. 2024.

CAETANO, L. C. S.; COSTA A. N.; COSTA A. F. S. **Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da goiabeira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009, Vitória. Anais. Vitória: INCAPER/SBCS. CR-ROM.

CAETANO, L. C. S.; COSTA A. N.; COSTA A. F. S. **Utilização do lodo de estação de tratamento de esgoto para adubação da goiabeira - segundo ano de avaliação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2., 2011, Vitória. Anais. Vitória: INCAPER/SBCS. 2011. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/310>. Acesso em 15 mai. 2024.

CALDEIRA, M.V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Floresta**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 195, 10 dez. 2013. Disponível em: Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i2.30170>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CASTRO, J. M. C. **Pesquisa e desenvolvimento para a cultura da goiabeira: a contribuição da Embrapa Semiárido.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020. 82 p.

CARMO, D. L., SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 4, p. 1211-1220. Viçosa-MG. ago. 2012.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** UFPR/FUPEF. Curitiba, 1995. 451 p.

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

CARVALHO, C. P. **Matéria orgânica, agregação e proteção física em solos tratados com lodo de esgoto.** Tese (Doutorado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico de Campinas – IAC. Campinas (SP), 2014. 129 p.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Aplicação de lodo de sistema de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitários em solo: diretrizes e critérios para projeto e operação.** Norma Técnica P4.230, 2ª Edição. 50p, mai. 2021. São Paulo (SP), 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes>. Acesso em 03 ago. 2024

CODAU (Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas). **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).** Uberaba, 2013. 716p. Disponível em: <https://www.codau.com.br/informativo/pmsb/349-pmsb-relatorio-final/file>. Acesso em: 25 jun. 2024.

CODAU (Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas). **Análises técnicas do lodo centrifugado da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Francisco Velludo.** Laboratório da Codau: relatório de ensaio n° 29175 de 21 jun. 2020. 6 p. Uberaba (MG).

COUTO, A. C. P. **Biossólido e substratos comerciais na produção de mudas de goiaba em**

tubetes. UFRJ: Instituto de Florestas. Monografia do curso de Engenharia Florestal. Seropédica-RJ. Dez. 2017. 28p.

FONSECA, L. A. B. V. **Fruticultura Brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o Mundo.** Assessora técnica de frutas, hortaliças e flores na Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Artigo. mai 2022. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 03 nov. 2022.

FREIBERGER, M. B et al. **Crescimento inicial e nutrição de cedro *Cedrela fissilis Vell* em função de doses de nitrogênio.** Revista Árvore, v. 37, n. 3, p. 385-392, jun. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000300001>. Acesso em: 03 dez. 2022.

GALEANO, E. A. V. et al. **Cadeia produtiva da goiaba no Espírito Santo.** Vitória, ES: Incaper, 2023. 148 p. Fruticultura Capixaba; v.8. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4480/1/Livro-goiaba.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2024.

GERMANO et. al., (2019). **Produção de adubo orgânico a partir do lodo de esgoto cultivado com *Pennisetum purpureum* e *Urochloa brizantha*, na presença e ausência de aeração e compostado.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG - Brasil.

GOMES, D. R. et al. **Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L.** Cerne, v. 19, n. 1, p. 123-131, mar. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-77602013000100015>. Acesso em: 25 abr. 2024.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo de 2022:** informações de população e domicílios por setores censitários auxiliam gestão pública. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-denoticias/noticias/39525-censo-2022-informacoes-de-populacao-e-domicilios-por-setores-censitarios-auxiliamgestao-publica>. Acesso em: 06 jun. 2024.

ITB (Instituto Trata Brasil). **Ranking do saneamento 2024.** Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2024>. Acesso em: 25 jul. 2024

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. **Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira *Schinus terebinthifolia* Raddi.** Revista Agrarian da UFGD, v. 2, n. 3, p. 73-86, jan./mar. 2009. Dourados (MS). Disponível em <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/420>. Acesso em: 09 jun. 2024.

LOBO, T. F.; OLIVEIRA, F. C. de; SILVA, M. da. **Uso de lodo de esgoto na produção de mudas clonais de *eucalyptus*.** Colloquium Agrariae. v. 16, n. 5, p. 114-126, ago. 2020. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/33>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba (SP): Potafós, 1997.

MELO, H. S. **Produção e qualidade de mudas de *Hovenia dulcis* Thunberg (Rhamnaceae) em diferentes substratos**. Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus São Gabriel. São Gabriel (RS). Jul. 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4727/1/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20qualidade%20de%20mudas%20de%20Hovenia%20dulcis%20thunberg%20%28Rhamnaceae%29%20em%20diferentes%20substratos.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

NOGUEIRA; ALVES. **Uso de lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2011.

OLIVEIRA, F. T. **Desenvolvimento de porta-enxertos de goiabeira sob influência de fontes orgânicas, recipientes e fosfato natural**. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical). Biblioteca “Orlando Teixeira”. Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA). 162 f.: il. Mossoró (RN), 2012.

PEDROZA, M. M. et al. **Produção e tratamento de lodo de esgoto – revisão**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 11, n. 1, p. 147-157, nov. 2010. Disponível em: <http://www.revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/160>. Acesso em: 05 abr. 2024.

PEREIRA, J. S. **Reúso agrícola de biossólido em cultivo de mudas de *Psidium guajava* L.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro. Juazeiro (BA). 2019.

PERES, A. Tratamento do esgoto ainda está muito longe da universalização nas cidades. **Revista Veja**. 21 mai. 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/balanco-social/tratamento-de-esgoto-ainda-esta-longe-da-universalizacao-nas-cidades>. Acesso em: 04 jun.2024.

PIRES, A. M. M. **Uso Agrícola do Lodo de Esgoto: Aspectos Legais**. EMBRAPA MEIO AMBIENTE, Jaguariúna, SP, 2006.

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento**. Governo do Estado do Paraná. Resolução n° 21. 32p. abr., 2009, Curitiba (PR). Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/aguaterra/arquivosrestritos/files/documento/202011/resolucao sema212009licenciamentopadro esambientaissaneamento.pdf>. Acesso em: 25/08/2024.

SENAR-PE (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do estado de Pernambuco). **Dia de Campo sobre a cultura da goiaba em Cedro**. mai. 2024. Disponível em: <https://www.alvinhopatriota.com.br/senar-pe-realiza-dia-de-campo-sobre-a-cultura-da-goiaba-em-cedro>.

Acesso em: 02 jul. 2024.

SIQUEIRA, D. P. et al. **Lodo de esgoto tratado na composição de substituição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa***. Floresta, v. 48, n. 2, p. 277, abr. 2018. Universidade do Paraná. Curitiba (PR). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v48i2.55795>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SILVA, J.W.; GUIMARÃES, E.C.; TAVARES, M. **Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG**. Editora da UFLA. Fev. 2011. Lavras (MG). Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/Kw3JFvPG_nvf8TR5kPbBLHHw. Acesso em 05 jun. 2024.

SOUZA, H. A.; **Viabilidade de adubação da goiabeira ‘Paluma’ utilizando subproduto residual da indústria processadora de frutos da própria cultura**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2009. 57 f.

TRANNIN, I. C. de B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. **Atributos químicos e físicos de um solo tratado com biossólido industrial e cultivado com milho**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 12, n. 3, p. 223-230, jun. 2008. FAP/UNIFESP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/0e24da0d-92d5-4543-b4cf-1ef1e8a89424>. Acesso em: 19 jun. 2024.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba (SP). v. 50, n. 64, p. 150-162, dez. 2003. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr64/cap13.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.

VAN HAANDEL, A.; ALEM SOBRINHO, P. Produção, composição e constituição do lodo de esgoto. In: ANDREOLI, C. V. **Alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: Abes, 2006. Cap. 2. p. 07-28.

VIEIRA, A. F.; DELARMELINA, W. M. **Utilização do lodo de esgoto como substrato alternativo na produção de mudas de *Cedrela fissilis* VELL.** IFES-Campus Ibatiba. Ibatiba (ES). nov. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2611>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ANEXO A

Figura 16: Análise química do tratamento 1.



RELATÓRIO DE ENSAIOS



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 61124-04 **REVISÃO:** 1

Cliente: JOSE SIDNEY DA SILVA **Solicitante:** JOSE SIDNEY DA SILVA
Endereço: JOSE SIDNEY DA SILVA **Telefone:** 34-991708766
Município: UBERABA - MG **Email:** josasidneysilva@hotmail.com

DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Solos **Código da amostra:** 289404
Identificação da amostra: substrato orgânico/Tratamento1
Data de entrada no laboratório: 03/04/2024 **Data de emissão do relatório:** 12/04/2024

INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta:
Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio
Mat. Orgânica	165.4	g/dm ³	1.6	-- X	¶IAC, Pag 173	12/04/24
pH (CaCl ₂)	5,6	--	12,0	-- X	¶IAC, Pag 161	12/04/24
Fósforo	96,7	mg/dm ³	0,7	-- X	¶IAC, Pag 189	12/04/24
Potássio	12,58	mmol/dm ³	0,50	-- X	¶IAC, Pag 189	12/04/24
Cálcio	182,8	mmol/dm ³	0,4	-- X	¶IAC, Pag 189	12/04/24
Magnésio	16,6	mmol/dm ³	0,1	-- X	¶IAC, Pag 189	12/04/24
Alumínio	N/D	mmol/dm ³	0,50	-- X	¶IAC, Pag 213	12/04/24
H+Al	22,0	mmol/dm ³	X	-- X	¶IAC, Pag 186	12/04/24
Enxofre	378,9	mg/dm ³	1,4	-- X	¶IAC, Pag 225	12/04/24
Boro	0,79	mg/dm ³	0,10	-- X	¶IAC, Pag 231	12/04/24
Cobre	13,7	mg/dm ³	0,0	-- X	¶IAC, Pag 240	12/04/24
Ferro	53,7	mg/dm ³	0,1	-- X	¶IAC, Pag 240	12/04/24
Manganês	10,300	mg/dm ³	0,050	-- X	¶IAC, Pag 240	12/04/24
Zinco	10,9	mg/dm ³	0,0	-- X	¶IAC, Pag 240	12/04/24
Nitrogênio	38,54	g/dm ³	0,10	-- X	¶EMBRAPA, Pag 262	12/04/24
S.B. - Soma Bases	212,00	mmol/dm ³	X	-- X	Relat. Sat. Bases	12/04/24
CTC - Cap. Troca Cat.	234,00	mmol/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24
V - Sat. Base	90,60	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
K	5,38	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca	78,11	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg	7,11	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/Mg	10,98	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/K	14,53	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg/K	1,32	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Carbono total	96,96	g/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24

1 / 2

RUA JOSÉ BONIFÁCIO, 1067 - CIDADE JARDIM - 38030-140 - UBERABA/MG - 34-33143360 - Mapa:

ANEXO B

Figura 17: Análise química do tratamento 2.



RELATÓRIO DE ENSAIOS



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 61124-05 REVISÃO: 1

Cliente: JOSE SIDNEY DA SILVA Solicitante: JOSE SIDNEY DA SILVA
 Endereço: JOSE SIDNEY DA SILVA Telefone: 34-991708766
 Município: UBERABA - MG Email: josesidneysilva@hotmail.com

DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Solos Código da amostra: 289405
 Identificação da amostra: substrato orgânico/Tratamento2
 Data de entrada no laboratório: 03/04/2024 Data de emissão do relatório: 12/04/2024

INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta:
 Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio
Mat. Orgânica	163,6	g/dm ³	1,6	-- X	∓IAC, Pag 173	12/04/24
pH (CaCl ₂)	5,5	--	12,0	-- X	∓IAC, Pag 181	12/04/24
Fósforo	147,3	mg/dm ³	0,7	-- X	∓IAC, Pag 189	12/04/24
Potássio	22,40	mmolc/dm ³	0,50	-- X	∓IAC, Pag 189	12/04/24
Cálcio	124,8	mmolc/dm ³	0,4	-- X	∓IAC, Pag 189	12/04/24
Magnésio	16,7	mmolc/dm ³	0,1	-- X	∓IAC, Pag 189	12/04/24
Alumínio	N/D	mmolc/dm ³	0,50	-- X	∓IAC, Pag 213	12/04/24
H+Al	25,0	mmolc/dm ³	X	-- X	∓IAC, Pag 186	12/04/24
Enxofre	160,9	mg/dm ³	1,4	-- X	∓IAC, Pag 225	12/04/24
Boro	1,28	mg/dm ³	0,10	-- X	∓IAC, Pag 231	12/04/24
Cobre	6,4	mg/dm ³	0,0	-- X	∓IAC, Pag 240	12/04/24
Ferro	55,4	mg/dm ³	0,1	-- X	∓IAC, Pag 240	12/04/24
Manganês	13,680	mg/dm ³	0,050	-- X	∓IAC, Pag 240	12/04/24
Zinco	9,6	mg/dm ³	0,0	-- X	∓IAC, Pag 240	12/04/24
Nitrogênio	11,68	g/dm ³	0,10	-- X	∓EMBRAPA, Pag 262	12/04/24
S.B. - Soma Bases	163,91	mmolc/dm ³	X	-- X	Relat. Sat. Bases	12/04/24
CTC - Cap. Troca Cat.	188,91	mmolc/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24
V - Sat. Base	86,77	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
K	11,86	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca	66,08	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg	8,82	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/Mg	7,49	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/K	5,57	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg/K	0,74	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Carbono total	94,91	g/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24

1 / 2

RUA JOSE BONIFACIO, 1067 - CIDADE JARDIM - 38030-140 - UBERABA/MG - 34-33143980 - Mapa:

ANEXO C

Figura 18: Análise química do tratamento 3.



RELATÓRIO DE ENSAIOS



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 61124-06 **REVISÃO:** 1

Cliente: JOSE SIDNEY DA SILVA **Solicitante:** JOSE SIDNEY DA SILVA
Endereço: JOSE SIDNEY DA SILVA **Telefone:** 34-991708766
Município: UBERABA - MG **Email:** josesidneysilva@hotmail.com

DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Solos **Código da amostra:** 289406
Identificação da amostra: substrato orgânico/Tratamento3
Data de entrada no laboratório: 03/04/2024 **Data de emissão do relatório:** 12/04/2024

INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta:
Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio
Mat. Orgânica	177,7	g/dm ³	1,6	-- X	∅IAC, Pag 173	12/04/24
pH (CaCl ₂)	5,4	--	12,0	-- X	∅IAC, Pag 181	12/04/24
Fósforo	89,1	mg/dm ³	0,7	-- X	∅IAC, Pag 189	12/04/24
Potássio	22,74	mmolc/dm ³	0,50	-- X	∅IAC, Pag 189	12/04/24
Cálcio	145,5	mmolc/dm ³	0,4	-- X	∅IAC, Pag 189	12/04/24
Magnésio	16,7	mmolc/dm ³	0,1	-- X	∅IAC, Pag 189	12/04/24
Alumínio	N/D	mmolc/dm ³	0,50	-- X	∅IAC, Pag 213	12/04/24
H+Al	28,0	mmolc/dm ³	X	-- X	∅IAC, Pag 186	12/04/24
Enxofre	320,2	mg/dm ³	1,4	-- X	∅IAC, Pag 225	12/04/24
Boro	1,43	mg/dm ³	0,10	-- X	∅IAC, Pag 231	12/04/24
Cobre	10,1	mg/dm ³	0,0	-- X	∅IAC, Pag 240	12/04/24
Ferro	55,8	mg/dm ³	0,1	-- X	∅IAC, Pag 240	12/04/24
Manganês	14,620	mg/dm ³	0,050	-- X	∅IAC, Pag 240	12/04/24
Zinco	10,1	mg/dm ³	0,0	-- X	∅IAC, Pag 240	12/04/24
Nitrogênio	16,70	g/dm ³	0,10	-- X	∅EMBRAPA, Pag 262	12/04/24
S.B. - Soma Bases	184,99	mmolc/dm ³	X	-- X	Relat. Sat. Bases	12/04/24
CTC - Cap. Troca Cat.	212,99	mmolc/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24
V - Sat. Base	86,85	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
K	10,68	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca	68,32	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg	7,86	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/Mg	8,69	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/K	6,40	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg/K	0,74	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Carbono total	103,08	g/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24

1 / 2

RUA JOSE BONIFACIO, 1067 - CIDADE JARDIM - 38030-140 - UBERABA/MG - 34 33143980 - - Mapa:

ANEXO E

Figura 20: Análise química do tratamento 5.



RELATÓRIO DE ENSAIOS



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 61124-08 REVISÃO: 1

Cliente: JOSE SIDNEY DA SILVA Solicitante: JOSE SIDNEY DA SILVA
 Endereço: JOSE SIDNEY DA SILVA Telefone: 34-991708766
 Município: UBERABA - MG Email: josesidneysilva@hotmail.com

DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Solos Código da amostra: 289408
 Identificação da amostra: substrato orgânico/Tratamento5
 Data de entrada no laboratório: 03/04/2024 Data de emissão do relatório: 12/04/2024

INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta:
 Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio
Mat. Orgânica	176,5	g/dm ³	1,6	-- X	ªIAC, Pag 173	12/04/24
pH (CaCl ₂)	5,3	--	12,0	-- X	ªIAC, Pag 181	12/04/24
Fósforo	101,5	mg/dm ³	0,7	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Potássio	13,25	mmolc/dm ³	0,50	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Cálcio	213,5	mmolc/dm ³	0,4	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Magnésio	17,0	mmolc/dm ³	0,1	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Alumínio	N/D	mmolc/dm ³	0,50	-- X	ªIAC, Pag 213	12/04/24
H+Al	31,0	mmolc/dm ³	X	-- X	ªIAC, Pag 186	12/04/24
Enxofre	379,6	mg/dm ³	1,4	-- X	ªIAC, Pag 225	12/04/24
Boro	1,84	mg/dm ³	0,10	-- X	ªIAC, Pag 231	12/04/24
Cobre	14,1	mg/dm ³	0,0	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Ferro	56,0	mg/dm ³	0,1	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Manganês	12,240	mg/dm ³	0,050	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Zinco	10,9	mg/dm ³	0,0	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Nitrogênio	26,71	g/dm ³	0,10	-- X	ªEMBRAPA, Pag 252	12/04/24
S.B. - Soma Bases	243,80	mmolc/dm ³	X	-- X	Relat. Sat. Bases	12/04/24
CTC - Cap. Troca Cat.	274,80	mmolc/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24
V - Sat. Base	88,72	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
K	4,82	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca	77,70	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg	6,19	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/Mg	12,55	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/K	16,12	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg/K	1,28	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Carbono total	102,39	g/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24

1 / 2

RUA JOSE BONIFACIO, 1067 - CIDADE JARDIM - 38030-140 - UBERABA/MG - 34-33143980 - Mapa:

ANEXO F

Figura 21: Análise química do tratamento 6.



RELATÓRIO DE ENSAIOS



RELATÓRIO DE ENSAIO No: 61124-09 REVISÃO: 1

Cliente: JOSE SIDNEY DA SILVA Endereço: JOSE SIDNEY DA SILVA Município: UBERABA - MG	Solicitante: JOSE SIDNEY DA SILVA Telefone: 34-991708766 Email: josetidneysilva@hotmail.com
--	---

DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Solos Código da amostra: 289409
 Identificação da amostra: substrato orgânico/Tratamento6
 Data de entrada no laboratório: 03/04/2024 Data de emissão do relatório: 12/04/2024

INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta:
 Quantidade: 0

Nota: É responsabilidade do cliente a descrição da amostra coletada e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Ensaio
Mat. Orgânica	168,0	g/dm ³	1,6	-- X	ªIAC, Pag 173	12/04/24
pH (CaCl ₂)	5,5	--	12,0	-- X	ªIAC, Pag 181	12/04/24
Fósforo	113,0	mg/dm ³	0,7	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Potássio	20,90	mmolc/dm ³	0,50	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Cálcio	130,0	mmolc/dm ³	0,4	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Magnésio	17,0	mmolc/dm ³	0,1	-- X	ªIAC, Pag 189	12/04/24
Alumínio	N/D	mmolc/dm ³	0,50	-- X	ªIAC, Pag 213	12/04/24
H+Al	25,0	mmolc/dm ³	X	-- X	ªIAC, Pag 186	12/04/24
Enxofre	101,4	mg/dm ³	1,4	-- X	ªIAC, Pag 225	12/04/24
Boro	1,59	mg/dm ³	0,10	-- X	ªIAC, Pag 231	12/04/24
Cobre	2,3	mg/dm ³	0,0	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Ferro	55,6	mg/dm ³	0,1	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Manganés	15,200	mg/dm ³	0,050	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Zinco	8,2	mg/dm ³	0,0	-- X	ªIAC, Pag 240	12/04/24
Nitrogênio	6,28	g/dm ³	0,10	-- X	ªEMBRAPA, Pag 262	12/04/24
S.B. - Soma Bases	167,91	mmolc/dm ³	X	-- X	Relat. Sat. Bases	12/04/24
CTC - Cap. Troca Cat.	192,91	mmolc/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24
V - Sat. Base	87,04	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
K	10,83	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca	67,40	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg	8,81	%	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/Mg	7,65	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Ca/K	6,22	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Mg/K	0,81	--	X	-- X	Calculado	12/04/24
Carbono total	97,45	g/dm ³	X	-- X	Calculado	12/04/24

1 / 2

RUA JOSE BONIFACIO, 1067 - CIDADE JARDIM - 38030-140 - UBERABA/MG - 34-33143980 - Mapa:

ANEXO G

Figura 22: Análise analítica do potencial agrônômico lodo de esgoto.



Relatório de Ensaio

29175/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 21/06/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA - CODAU.			CNPJ/CPF	25.433.004/0001-94
Endereço	AV da Saudade, -Santa Marta-Uberaba/MG				
Contato	Fernando Cunha	E-Mail	fernando.cunha@codau.com.br	Tel:	(34) 3326 8973 ou (34) 3326 8672
Dados Referentes à Amostra					
Número da Amostra	29175/2020	Data e Hora do Recebimento	30/04/2020 07:00		
Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Alexandre de Jesus Santos		Data e Hora da Coleta	29/04/2020 11:30	
Identificação do Ponto	Lodo Centrifugado - ETE Francisco Velludo				
Tipo de Amostra	Resíduos	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	Amostragem de resíduos - 2004 10007 - ABNT		Plano de amostragem	4756/2020	

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

I - Potencial Agrônômico							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Cálcio total	3,716	-	mg/Kg	2	49	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:38
Carbono Orgânico Total	35,57	-	%	0,01	7,1	POP 089 Ed. 15	05/05/20 - 14:08
Enxofre total	4,107	-	mg/Kg	0,5	15	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:40
Fósforo total	1,882	-	mg/Kg	0,1	1,7	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:41
Magnésio total	497	-	mg/Kg	0,5	3,3	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:41
Nitrogênio Amoniacal Total	130	-	mg/Kg	5	21	DIN 14256-2 2006	10/05/20 - 10:05
Nitrogênio Kjeldahl Total	153	-	mg/Kg	10	19	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	10/05/20 - 14:34
Nitrogênio Nitrato	10,05	-	mg/Kg	10	1,8	DIN 14256-2 2006	30/04/20 - 10:59
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	30/04/20 - 10:59
pH (1:10)	6,59	-	UpH	2	-	ABNT 10004 2004	04/05/20 - 10:30
Potássio total	157	-	mg/Kg	0,5	0,52	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:42
Sódio total	301	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:43
Sólidos Totais	20,47	-	%	0,1	0,90	SMEWW 2540G Ed. 22	02/06/20 - 14:25
Sólidos Totais Fixos	31,08	-	%	0,1	1,4	SMEWW 2540G Ed. 22	02/06/20 - 16:33
Sólidos Totais Voláteis	68,92	-	%	0,1	3,0	SMEWW 2540G Ed. 22	02/06/20 - 16:33
Umidade	81,13	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	05/05/20 - 14:08
II - Substancias Inorgânicas Potencialmente Tóxicas							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Arsênio	<LQ	41	mg/kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:29
Bário	174	1.300	mg/kg	0,1	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:29
Cádmio	0,200	39	mg/kg	0,02	0,00028	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:38
Chumbo	7,39	300	mg/kg	0,1	0,0074	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:39
Cobre	109	1.500	mg/kg	0,1	0,094	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:39
Cromio	24,0	1.000	mg/kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:39

1 / 4

Form 584 - CQ: Relatório de Ensaio - Rev.01

R. Leão XIII, 281 - Remédios, Osasco - SP, 06296-180 - Tel.: (11) 3603-9552/9625/5487 - controleanalitico@controleanalitico.com.br
CNPJ - 05.431.967/0001-41 IE - Isenta IM - 71.962-0

Fonte: Autor (2024).

Figura 23: Análise analítica de substâncias inorgânicas tóxicas lodo de esgoto.

II - Substancias Inorgânicas Potencialmente Tóxicas							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Mercúrio	<LQ	17	mg/kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:41
Molibdênio	5,49	50	mg/kg	0,5	0,0055	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:41
Níquel	7,29	420	mg/kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:42
Selênio	<LQ	100	mg/kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:42
Zinco	291	2.800	mg/kg	0,5	1,7	SMEWW 3120B Ed. 22	08/05/20 - 18:43
II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Benzenos Clorados							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
1,2-Diclorobenzeno	<LQ	0,730	mg/kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
1,2,3-Triclorobenzeno	<LQ	0,010	mg/kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	<LQ	0,160	mg/kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	<LQ	0,007	mg/kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
1,2,4 - Triclorobenzeno	<LQ	0,011	mg/Kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	<LQ	0,010	mg/kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
1,3-Diclorobenzeno	<LQ	0,390	mg/kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
1,3,5-Triclorobenzeno	<LQ	0,500	mg/kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
1,4-Diclorobenzeno	<LQ	0,390	mg/kg	0,004	-	EPA 8260C 2006	03/06/20 - 10:54
II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Ésteres de Ftalatos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Bis(2-etilhexil)Ftalato	<LQ	1	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Dibutilftalato	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	04/06/20 - 21:52
Dimetilftalato	<LQ	0,250	mg/kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	04/06/20 - 21:52
II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Fenóis não Clorados							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Cresóis	<LQ	0,160	mg/kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Fenóis Clorados							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Pentaclorofenol	<LQ	0,160	mg/kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
2,4-Diclorofenol	<LQ	0,031	mg/kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
2,4,6-Triclorofenol	<LQ	2,400	mg/kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Benzo(a)antraceno	<LQ	0,025	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Benzo(a)pireno	<LQ	0,052	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Benzo(k)fluranteno	<LQ	0,380	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Fenantreno	<LQ	3,300	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Indeno(1,2,3-cd)pireno	<LQ	0,031	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21
Lindano	<LQ	0,001	mg/kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Naftaleno	<LQ	0,120	mg/kg	0,00033	-	EPA 8270D 2007	18/05/20 - 09:21

Figura 24: Análise analítica de agentes patogênicos lodo de esgoto.

II - Substancias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's)							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Aldrin	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Clordano (todos os isômeros)	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
DDT	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Dieldrin	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Endrin	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Heptacloro	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Hexaclorobenzeno	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
Mirex	<LQ	-	mg/Kg	0,00016	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21
PCB's Totais	<LQ	-	mg/kg	0,00033 3	-	EPA 8082A 2007	18/05/20 - 09:21
Toxafeno	<LQ	-	mg/Kg	0,00016 7	-	EPA 8081B 2007	18/05/20 - 09:21

III - Indicadores Bacteriológicos e Agentes Patogênicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Coliformes termotolerantes - Lodo	2,6x10 ⁴	1.000	NMP/g ST	1,1	3600	EPA 1680 1999	30/04/20 - 07:20
Ovos viáveis de Helminto - Solo/Lodo	<LQ	0,25	Ovo/g ST	0,01	-	EPA 625/R-92/013 2003	30/04/20 - 16:30
Salmonella - Lodo	Ausência	Ausência	Ausência em 10g	-	-	POP 154 Ed. 3	30/04/20 - 07:30

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	EPA 3050 B 2007	04/05/2020 16:16
Preparo de Amostra - SVOC Resíduo	EPA SW-846 - 3550 C	01/06/2020 09:20
Preparo de Amostra - VOC Resíduos	EPA 5021A	01/06/2020 11:28

Conclusão do Relatório
As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.
O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) Coliformes termotolerantes - Lodo está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) Resolução CONAMA - 375 de 29 de Agosto de 2006, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 375 de 29 de Agosto de 2006

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 1999.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 1999.

EPA: Environmental Protection Agency - 2003.

EPA: Environmental Protection Agency - 2006.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

POP: Procedimento Operacional Padrão - POP 154.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Figura 25: Análise analítica de substâncias orgânicas tóxicas do lodo de esgoto.



CONTROLE ANALÍTICO
ANÁLISES TÉCNICAS LTDA

Relatório de Ensaio
29175/2020- Rev. 0

Emissão: 21/06/2020

Dados Referentes ao Contratante				
Nome/Razão Social	CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA - CODAU	CNPJ/CPF	25.433.004/0001-94	
Endereço	AV da Saudade, -Santa Marta.-Uberaba/MG			
Contato	Fernando Cunha	E-Mail	fernando.cunha@codau.com.br	Tel: (34) 3326 8973 ou (34) 3326 8672

Dados Referentes à Amostra	
Número da Amostra	29175/2020
Data e Hora do Recebimento	30/04/2020 07:00

Dados Referentes à Coleta				
Coletor	Alexandre de Jesus Santos	Data e Hora da Coleta	29/04/2020 11:30	
Identificação do Ponto	Lodo Centrifugado - ETE Francisco Veludo			
Tipo de Amostra	Resíduos	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h
Método de amostragem	Amostragem de resíduos - 2004 10007 - ABNT	Plano de amostragem	4756/2020	

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

II - Substâncias Orgânicas Potencialmente Tóxicas - Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's)							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Dioxinas e Furanos	408	-	pg/Kg	1,5	-	EPA 8290A - 2007	27/06/20 - 08:08

III - Indicadores Bacteriológicos e Agentes Patogênicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Enterovirus / Virus Entéricos	Presença	0,25	UFPig	-	-	WHO (2004)	30/04/20 - 08:00

Preparo de Amostra		
Parâmetro	Método	Data de Realização
Preparo de Amostra - Metais Digeri	EPA 3050 B 2007	04/05/2020 16:16
Preparo de Amostra - SVOC Resíduo	EPA SW-846 - 3550 C	01/06/2020 09:20
Preparo de Amostra - VOC Resíduos	EPA 5021A	01/06/2020 11:28

Conclusão do Relatório	
As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.	
O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) Enterovirus / Virus Entéricos está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) Resolução CONAMA - 375 de 29 de Agosto de 2006.	

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 375 de 29 de Agosto de 2006

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 1998.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s). Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração de conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.

1 / 2

Form 584 - CQ: Relatório de Ensaio - Rev.01

R. Leão XIII, 281 - Remédios, Osasco - SP, 06298-180 - Tel: (11) 3803-9552/9825/5487 - controleanalitico@controleanalitico.com.br
CNPJ - 05.431.967/0001-41 IE - Isenta IM - 71.952-0