

---

## Evaluation of the development of emerald grass (*Zoysia japonica* Steud.) fertilized with different doses of sewage sludge in Manaus-AM

### Avaliação do desenvolvimento da grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) adubada com diferentes doses de lodo de esgoto em Manaus-AM

Received: 2023-02-10 | Accepted: 2023-03-20 | Published: 2023-04-01

---

#### **Eleano Rodrigues da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1769-1517>

IFAM – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec / UFAM)

E-mail: [rodrigueseleano@yahoo.com.br](mailto:rodrigueseleano@yahoo.com.br)

#### **Ari de Freitas Hidalgo**

<http://lattes.cnpq.br/6312594272028342>

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

#### **Sonia Sena Alfaia**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9975-6673>

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)

#### **Robert Corrêa Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8054-0469>

Pesquisador Autônomo

#### **Raimundo Rodrigues da Silva Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1976-5698>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

#### **Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues Chaves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4289-2257>

UFAM – PPGBiotec / UFAM

---

### ABSTRACT

One of the main pollutants in cities is sewage sludge (SS), which has organic material, nutrients and heavy metals, among other contaminants. However, respecting the acceptable levels of the pollutants, SS has been studied worldwide and used in agriculture. Thus, an experiment was implemented, aiming to evaluate the development of emerald grass fertilized with LE. The DIC was used (5 treatments and 5 repetitions), with different SS doses (0, 10, 20, 30 and 40 t/ha<sup>-1</sup>), the seedlings were of the plug type, after 45 days of fertilization, Total dry matter (DM) and parts, aerial and root, and soil cover were evaluated. Total DM was statistically different between treatments; being higher at the dosage of 40 t/ha<sup>-1</sup>. The highest root DM/total DM ratio was at T1 (41 %). Soil coverage, visually, was greater and faster the higher the LE dosage applied. LE can be used for fertilization, maintenance of lawns and urban afforestation in the Manaus region.

**Keywords:** Chemotropism; Hydrotropism; Lawns; Biosolid; Solid waste;

---

### RESUMO

Um dos principais poluentes das urbes é o lodo de esgoto (LE), que possui material orgânico, nutrientes e metais pesados, dentre outros contaminantes. Entretanto, respeitando-se os teores aceitáveis dos poluentes, o LE tem sido mundialmente estudado e utilizado na agricultura. Assim, implantou-se um experimento, objetivando avaliar o desenvolvimento da grama esmeralda adubada com LE. Usou-se o DIC (5 tratamentos

e 5 repetições), sendo os tratamentos diferentes doses de LE (0, 10, 20, 30 e 40 t/ha<sup>-1</sup>), as mudas foram do tipo plug, após 45 dias da adubação, avaliaram-se a matéria seca (MS) total e das partes, aérea e raiz, e a cobertura do solo. A MS total foi diferente estatisticamente entre os tratamentos; sendo maior na dosagem 40 t/ha<sup>-1</sup>. A maior proporção MS da raiz/MS total foi no T1 (41 %). A cobertura do solo, visualmente, foi maior e mais rápida quanto maior foi à dosagem de LE aplicada. O LE pode ser utilizado para a adubação, manutenção de gramados e arborização urbana na região de Manaus.

**Palavras-chave:** Quimiotropismo; Hidrotropismo; Gramados; Biossólido; Resíduo sólido;

---

## INTRODUÇÃO

Entre os resíduos gerados nos grandes centros urbanos, os mais preocupantes são o lixo e o lodo de esgoto (LE), resíduo sólido rico em material orgânico e nutrientes, o que sugere sua aplicação nos solos agrícolas, visando a solução de grandes problemas, tais como: destino adequado para os resíduos gerados; economia no consumo de fertilizantes minerais; aumentar a vida útil dos aterros sanitários; dentre outros (MELO et al., 2000; SILVA GUIMARÃES et al., 2018).

A recomendação para o uso de LE na agricultura não é uma unanimidade, existem autores que alertam para possíveis problemas socioambientais (e.g. impactos ambientais negativos, saúde pública) e, por conseguinte, econômicos, causados pelo seu uso (ALAMINO, 2010; PRIMAVESI, 2016; SILVA GUIMARÃES et al., 2018). Porém, existem outros trabalhos validando, por meio de seus resultados positivos, a aplicação do LE (biossólido), especialmente, na agricultura (FERREIRA et al., 1999; PROSAB, 1999; BETTIOL; CAMARGO, 2008; PIVELI et al., 2009; SANTOS, 2011; BATISTA, 2015; BITTENCOURT et al., 2017; SIQUEIRA et al., 2017; SILVA et al., 2019), que, podem ter influenciado para a edição da Resolução N° 498, de 19 de agosto de 2020, do CONAMA, onde foram descritos os critérios que permitiram o uso seguro do biossólido. É necessário destacar que o LE é chamado de biossólido quando atende aos parâmetros descritos na Resolução N° 498 (BRASIL, 2020).

A busca por sustentabilidade em ambientes urbanos, fomentou a demanda pelo urbanismo sustentável, necessitando, dentre outras coisas, de parques, jardins e arborização urbana (FARR, 2013; SIEBERT, 2014). Praticamente, não existem jardins sem gramados, pois, na maioria das vezes, 90 % dos ambientes paisagísticos são compostos de gramas (GIACOIA NETO, 2003). Ademais, é crescente o número de gramados esportivos, especialmente, de campos de golfe (ABGS, 2020; VIEIRA, 2020). Em ambientes paisagísticos urbanos comuns, a grama natural captura até 90 % do CO<sub>2</sub> atmosférico; reduz os efeitos da ilha de calor urbano, reduzindo em até 21 °C em relação as áreas de *hardscapes* adjacentes. Uma área gramada de 5.000 ft<sup>2</sup> (464,52 m<sup>2</sup>),

dependendo da localização, pode produzir oxigênio suficiente para atender de 14 a 34 pessoas por dia (TLI, 2022).

A grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), originária do Japão, é herbácea rizomatosa, reptante, perene, muito ramificada, de 10 a 15 cm de altura, com folhas estreitas, pequenas, dispostas em hastes curtas e densas, formando um tapete perfeito, é rústica, apresenta grande capacidade de adaptação, enraíza com facilidade, produz fortes estolhões e apresenta considerável resistência às bruscas alterações climáticas, é a mais utilizada em áreas de segurança e rodovias, é a líder, com  $\pm 80\%$ , do mercado de grama cultivada no Brasil (LORENZI; SOUZA, 2008; ANTONIOLLI, 2022; GP, 2022).

Devido, principalmente, às suas propriedades química e física, o LE tem sido estudado para a produção de grama esmeralda (BACKES et al., 2010; BITTENCOURT et al., 2017; SILVA GUIMARÃES et al., 2018). Portanto, esse trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento da grama esmeralda adubada com lodo de esgoto na região de Manaus – AM.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do setor de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas – FCA/UFAM, localizada entre as coordenadas geográficas 3°06'03,32" S e 59°58'38,44" O, altitude de 73 m. O clima da região é do tipo Af (clima equatorial húmido) (KÖPPEN, 1936).

As mudas de grama esmeralda foram preparadas em bandejas de isopor com 124 células (plug). Para o enchimento das bandejas, utilizou-se como substrato o produto comercial plantmax HA, em cada célula foi colocado um estolhão ou pedaços de colmos. Aos 15 dias após o preparo, as mudas foram pulverizadas com NPK líquido (06-06-08), obedecendo à orientação do fabricante, usou-se a dosagem recomendada para jardins. Após 37 dias do plantio, fez-se seleção visual das mudas visando a uniformidade, as mudas foram transplantadas para baldes, com capacidade para sete litros, enchidos com seis litros de Latossolo Amarelo (Tabela 1), nos quais foram plantadas 5 mudas/balde, sendo uma central e 4 nas laterais, equidistantes entre si (Figura 1).

**Tabela 1** – Características químicas do solo utilizado para enchimento dos vasos (n3).

PROFUNDIDADE (cm)	pH		Ca	Mg	K	Al	P	Fe	Zn	Mn	Cu	N
	H <sub>2</sub> O	KCl										
0 - 20	4,0	3,7	0,2	0,1	0,07	1,8	1,5	149	0,4	1,8	0,2	0,5

Laboratório do DEAS/UFAM.

Três dias após o transplante, efetuou-se a adubação com LE, espalhando-o sobre a superfície do solo no balde, com leve incorporação, seguindo o croqui do delineamento. O LE foi

obtido de estação de tratamento, secado ao ambiente e peneirado com peneira de pedreiro com malha de 5 mm.

Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos doses de LE correspondente a 0, 10, 20, 30 e 40 t de LE/ha<sup>1</sup>, respectivamente para T1, T2, T3, T4 e T5. Resultando, por conversão, respectivamente, a 0, 1, 2, 3 e 4 kg de LE/m<sup>2</sup>. Calculou-se a área do balde, de boca circular, pela fórmula:  $\pi \times d^2/4$ . Portanto, a área foi de 0,036 m<sup>2</sup>, o que representou 36, 72, 108 e 144 g de LE/balde, respectivamente para T2, T3, T4 e T5.

**Figura 1** – Visão do estande do experimento



Fonte: Eleano Rodrigues da Silva

Durante a condução do experimento, foram efetuados os seguintes tratos culturais: a) Irrigação - Sempre que necessário, com cuidado para não promover a lixiviação, com o excesso, e o estresse hídrico, com a falta; b) Monda - Fez-se necessário, principalmente, nos tratamentos de maiores concentrações de LE; c) Controle de pragas - Sem muito impacto, devido ao ataque de Lepidópteros (lagartas) e Ortópteros (gafanhotos), facilmente combatidos com controle mecânico (catação) e d) Escarificação - Fez-se necessário pela formação de crosta, realizada com o uso de um garfo, a cada semana, até o fechamento da superfície do solo pela grama nos tratamentos T4 e T5.

Após 45 dias da adubação, os baldes foram retirados da casa de vegetação para a execução dos seguintes procedimentos: a) Retirada integral da grama do balde, com todo o solo; b) Lavagem do sistema radicular; c) Corte das plantas visando a separação das partes, aérea e raiz. Os procedimentos foram desenvolvidos no campo (a e b) e no laboratório (c). Posteriormente, colocou-se o material separado e devidamente identificado para secar em ambiente de laboratório (ar-condicionado). Após 4 horas, embalou-se em saco de papel, levando-se em seguida para uma estufa devidamente aquecida, e com temperatura regulada em 75 °C, após 24 h o material foi

pesado e devolvido para a estufa, passadas 6 h, fez-se a repesagem para confirmação dos dados, obtendo-se assim, a Matéria Seca (MS) das partes.

Foram avaliados a cobertura da superfície do solo (pela observação visual) e a produção de MS total e das partes, aérea e raiz.

A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pela análise de variância (ANOVA), e as comparações entre as médias das variáveis foram realizadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o AgroEstat 2015.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento dos propágulos, nas células das bandejas, no processo de formação de mudas, visualmente, não mostrou diferença se fora realizado com estolhão ou pedaço de colmo. Uma das formas de produção de mudas de grama é o plug, os plugs permitem a implantação e formação de gramados com baixo custo, reduzindo até 1/3 do capital a ser investido (PIMENTA, 2003; RAATS, 2005).

O fechamento da área da boca dos baldes ocorreu, em média, com 35 dias no T5 (Figura 2). Com esse resultado, deduz-se que seriam necessários 28 plugs para cobrir completamente 1 m<sup>2</sup> em aproximadamente 35 dias, nas condições edafoclimáticas estudadas, com a aplicação da adubação correspondente a 40 t de LE/ha<sup>-1</sup>.

O resultado da repesagem revelou que não houve variação no peso, 24 h foram suficientes para a obtenção das MS. A MS total apresentou diferença significativa entre todos os tratamentos (Tabela 2). A MS da parte aérea foi maior de forma gradativa, da menor dosagem (T1) para a maior dosagem (T5), apresentando, com exceção do T1, que não diferiu do T2, diferenças significativas entre os tratamentos. Esse resultado pode ser reflexo da maior disponibilidade de nutrientes pelo LE. Backes et al. (2010) demonstraram que com a aplicação de LE a grama esmeralda absorveu os nutrientes na seguinte ordem decrescente: N > K > S > Ca > P > Mg.

Situação parecida foi observada por Silva et al. (2019) onde mostraram que a aplicação de efluente de tratamento de esgoto (ETE) em solo cultivado com grama esmeralda promoveu aumentos significativos nos valores de pH e nos teores de Ca e Mg no solo, de N, P e produção de MS na grama e de K e Na no solo e na grama.

A grama esmeralda parece ser pouco exigente em nutrientes. Adubos comerciais, em suas formulações, dependendo do tipo e da finalidade do gramado, apresentam baixo percentual de N e K para o plantio e para a manutenção, com exceção de gramados residenciais, sem P nas formulações (FLORENZANO; ELLER, 2003) (Tabela 3).

Oliveira et al. (2018), afirmaram que dependendo do manejo, quando não se retira do local o material podado / roçado (possuidor de consideráveis quantidades de N e Mg, dentre outros

nutrientes), o gramado com grama esmeralda não necessita de adubação de manutenção, reduzindo os custos com a adubação, tornando as áreas gramadas em uma opção para projetos sustentáveis.

**Figura 2** – Aspectos dos tratamentos extremos T1 e T5.



Fonte: Eleano Rodrigues da Silva

A produção de biomassa da parte aérea quando da aplicação de  $40 \text{ t/ha}^{-1}$  de LE foi significativamente superior a todos os outros, demonstrando que a grama esmeralda respondeu satisfatoriamente a aplicação de LE na dosagem susodita. Resultados similares foram observados no trabalho de Backes et al. (2010), onde afirmam que a grama esmeralda é mais uma opção para a utilização do LE.

A cobertura da superfície do solo, visualmente, foi maior quanto maior foi a dose de LE aplicada. Esses dados se assemelham aos de Backes et al. (2009) que aplicando  $31 \text{ t/ha}^{-1}$  de LE permitiu o fechamento completo do tapete de grama-esmeralda enquanto que a testemunha não formou tapete.

A MS da raiz mostrou diferenças significativas entre os tratamentos. T1 e T5 foram diferentes de todos os demais, todavia, o T4 não diferiu do T3 que não diferiu do T2 (Tabela 2).

Com o aumento das doses de LE ocorreu aumento da razão da MS da parte aérea em relação a MS da raiz. Entretanto, com a diminuição das doses de LE ocorreu o inverso (Tabela 2). Possivelmente, isso aconteceu pela maior disponibilidade de nutrientes nas proximidades das raízes, uma vez que o LE foi superficialmente incorporado, não necessitando, portanto, que o sistema radicular se desenvolvesse muito para buscar nutrientes e água. Segundo Raven et al. (2001), as raízes respondem a diferenças no conteúdo de umidade do solo, crescendo em direção a regiões de maior potencial hídrico (hidrotropismo), além disso, a extensão do sistema radicular, tanto para o crescimento em profundidade, quanto para o crescimento lateral, depende de outros fatores, incluindo temperatura e composição do solo.

**Tabela 2** – Dados médios da MS das partes avaliadas da grama esmeralda após 45 dias da adubação.

TRATAMENTO	PARTE AÉREA		RAIZ		BIOMASSA TOTAL (g)	RAZÃO PA / RAIZ
	MÉDIA (g)					
T5	12,18	A	5,98	A	18,16	A
T4	10,20	B	5,28	B	15,48	B
T3	8,38	C	4,90	BC	13,28	C
T2	6,68	D	4,56	C	11,24	D
T1	5,64	D	3,92	D	9,56	E
<b>CV %</b>	<b>7,22</b>		<b>6,38</b>		<b>6,47</b>	

Médias seguidas por letras maiúsculas e distintas na coluna diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 3** – Formulações de adubos químicos comerciais para gramados, considerando os diferentes tipos e finalidades.

NUTRIENTES	PLANTIO	MANUTENÇÃO			
		GRA RES		GRAMADO ESPORTIVO TECNIFICADO	
	GRA ESP P T		FORMULADO - FARELADO		
	FORTH PLANTIO	FORTH	FORTH GOLFE I	FORTH GOLFE II	FORTH GOLFE III
	NÍVEIS DE GARANTIA (%)				
N	2	13	24	30	15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7	5	0	0	0
K <sub>2</sub> O	2	13	15	5	28
Ca	17	0,2	0,3	0,3	0,3
Mg	8	0,2	0,1	0,1	0,1
S	3	5	0,5	0,5	0,5

Legenda: GRA RES = Gramado residencial; GRA ESP P T = Gramado esportivo pouco tecnificado. Adaptado de Florenzano; Eller (2003).

A maior razão entre a MS parte aérea para uma parte da MS da raiz foi de 2,04 (Tabela 2), observada no tratamento em que foi aplicada a dosagem equivalente a 40 t/ha<sup>-1</sup>, isso ocorreu, possivelmente, porque a grama esmeralda é uma planta que responde bem tanto nas adubações químicas (FLORENZANO; ELLER, 2003; GODOY et al., 2007; MATEUS; CASTILHO, 2012) quanto nas orgânicas (SALVADOR; MINAMI, 2002, BACKES et al., 2009; BACKES et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2018; SILVA GUIMARÃES et al., 2018).

Santos et al. (2020 b), afirmam que os fertilizantes orgânicos apresentaram os melhores resultados para os parâmetros avaliados, dentre eles, altura do gramado, índice de cor verde escuro e índice de aceitabilidade, todavia, a aplicação de adubos químicos, como o formulado NPK (10-10-10), tenha apresentado resultados semelhantes.

Ademais, pode-se deduzir que, por causa da aplicação do LE na superfície do solo, é possível que tenha ocorrido o quimiotropismo, não havendo estímulo para que as raízes se aprofundassem em busca de água e, conseqüentemente, nutrientes (GE, 2015). Uma vez que, o LE atua nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (FERREIRA et al., 1999).

Outro fator que pode ter contribuído para a maior produção de MS com o aumento das doses de LE aplicadas no solo foi a forma de como o LE fora aplicado (na superfície do solo, com leve incorporação). A matéria orgânica quando aplicada sobre a superfície do solo, principalmente nos trópicos, sofre decomposição aeróbica, permitindo a fixação de N atmosférico durante o processo de mineralização, além de promover mais benefícios para as plantas, aumentando a porosidade do solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento das raízes, ao contrário de quando incorporado, onde a matéria orgânica sofre decomposição anaeróbica e libera gases tóxicos como o metano e gás sulfídrico (PRIMAVESI, 2016). Porém, para Figueiredo (2019), os melhores benefícios observados no solo (características físicas e químicas, comunidade microbiana), ocorreu com a incorporação do LE, sendo negativo apenas para a disponibilidade de P. Acredita-se que, nesse experimento, com a prática de escarificação, tenha ocorrido incorporação do LE que fora aplicado e levemente incorporado na adubação de plantio.

A grama esmeralda responde bem quando inoculada com microrganismos. Bactérias e fungos, inoculadas por rega ou imersão, promoveram aumento da MS total da grama esmeralda. Sendo a melhor a rizobactéria *Burkholderia pyrrocinia* (BRM32113) que, inoculada via rega, promoveu o maior crescimento da grama esmeralda, tornando-se uma potencial opção para o manejo da fertilidade do solo, contribuindo para minimizar o uso dos fertilizantes químicos e, por conseguinte, desenvolver sistemas agrícolas de produção mais sustentáveis (ARAÚJO et al., 2020).

A prática de escarificação, também, pode ter contribuído para a maior produção de MS com o aumento das doses de LE aplicadas no solo, pois é fundamental tanto para aeração quanto para a irrigação (infiltração da água), sendo essa última, essencial para o pegamento e a estabilização das mudas de grama. Antonioli (2022), estabeleceu que a escala de prioridade para aumentar a velocidade de pegamento da grama, melhorar a qualidade do gramado e mais rápida estabilização de taludes é: irrigação > plantio > preparo do solo > condução imediata > condução de médio a longo prazo. Ademais, a água é essencial para manter a vida, a cor e a beleza de um gramado (GIACCOIA NETO, 2003).

A GE responde bem quando lhe é aplicada recomendações e práticas utilizadas em gramados profissionais. Todavia, faz-se necessário adotar procedimentos que incluam: correta adubação, manejo e controle de pragas, doenças e plantas daninhas e equilibrar o pisoteio (SANTOS et al., 2020 a).

A maior proporção da MS da raiz em relação à MS total foi no T1 – Testemunha, com 41 %. Acredita-se que, nesse caso, principalmente, tenha ocorrido o hidrotropismo, estimulando o sistema radicular crescer mais em detrimento a parte aérea (Tabela 4) (Figura 3).

**Tabela 4** – Percentual da MS das partes aérea e raiz em relação a biomassa total da grama esmeralda após 45 dias da adubação.

TRATAMENTO	BIOMASSA TOTAL (BT) (g)	PARTE AÉREA (PA) (g)	PROPORÇÃO PA / BT (%)		RAIZ (g)	PROPORÇÃO RAIZ / BT (%)
T5	18,16	12,18	67,07	↑ C	5,98	32,93
T4	15,48	10,20	65,89	↑ C	5,28	34,11
T3	13,28	8,38	63,10	B	4,90	36,90
T2	11,24	6,68	59,43	↓ A	4,56	40,57
T1	9,56	5,64	59,00	↓ A	3,92	41,00
CV %			1,93			3,27

**Figura 3** – Aspectos das raízes após lavagem.



Fonte: Eleano Rodrigues da Silva

Acredita-se que as respostas significativas do desenvolvimento da grama esmeralda em relação as maiores quantidades de LE aplicadas, sejam por conta do potencial do LE em fornecer nutrientes para as plantas (Figura 6). Santos (2011), revisando trabalhos de alguns autores, apresenta dados físico-quimicamente interessantes, provenientes de análises de LE de diferentes processos de tratamento, com um bom valor para o pH e consideráveis teores de nutrientes em sua composição (Tabela 5).

Todavia, Backes et al. (2010) afirmam que é necessário que haja equilíbrio na adubação da grama esmeralda, pois se a adubação for excessiva, aumentarão as aparas e comprometem o

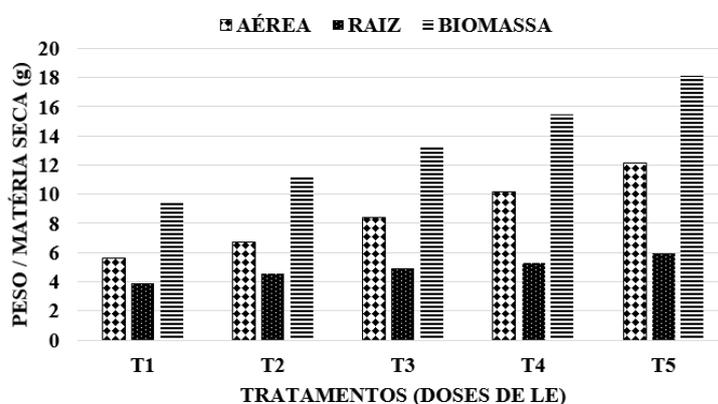
desenvolvimento de rizomas, estolhões e raízes, permitindo o desenvolvimento de tapetes com menor resistência. Assim, recomendam a aplicação de 20 a 30 t de LE/ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5** – Variações do percentual da matéria orgânica, do pH, teores de nutrientes em diferentes análises de LE.

pH		MATÉRIA ORGÂNICA (%)		N		P		K		Ca		Mg	
Me	Ma	Me	Ma	Me	Ma	Me	Ma	Me	Ma	Me	Ma	Me	Ma
6	7	31,74	58,68	1,28	6,50	0,9	5,6	0,1	0,7	0,9	1,9	0,3	0,6

Legenda: Me = Menor; Ma = Maior. Adaptado de Santos (2011).

**Figura 6** – Resultados da MS total e das partes, aérea e raiz, nos tratamentos.



## PONDERAÇÕES ADICIONAIS

Nas últimas décadas a aplicação de LE na agricultura cresceu. Todavia, é necessário aumentar as pesquisas sobre os diversos poluentes e seus impactos sobre o meio ambiente e de pesquisas médicas visando avaliar os factíveis danos causados à saúde pública pelo uso de matérias-primas produzidas com o uso de LE (SILVA GUIMARÃES et al., 2018).

Primavesi (2016), enfatiza que materiais, mesmo que orgânicos, como o LE, quando da não determinação de seus teores de metais pesados (cádmio, chumbo, níquel e outros), não é adequado para a produção de hortaliças e cereais, mas, podem ser usados na silvicultura e na floricultura, de forma não rotineira, para não contaminar o solo e nem causar má formação das flores.

Alamino (2010), determinou que o LE não deve ser utilizado para recuperação de áreas degradadas. Entretanto, enfatiza que a utilização do LE, nessas áreas, deve ser bem rigorosa, levando-se em conta o ambiente de contorno, os tipos de solos onde serão aplicados e as condições hidrogeológicas desses locais. Além disso, sugere que o LE deva ser tratado nas ETE, antes de qualquer outro destino.

Siqueira et al. (2017), também, destacam que para o uso de LE, dentre outras coisas, faz-se necessário rigorosos estudos do material visando garantir a segurança socioambiental, mas, destacam que, dentro dos parâmetros legais, é permitido o uso na agricultura, na recuperação de áreas degradadas e na composição de substratos florestais, como fertilizantes e condicionador de solo.

Não obstante, experimentos de campo e laboratório realizado nos USA, com uso sucessivo de LE por 30 anos, demonstraram a ausência de degradação ambiental ou impactos desfavoráveis sobre a saúde humana, e que houve aumento da fertilidade do solo, melhorando as plantas e os animais (PROSAB, 1999). Além disso, possibilita o estabelecimento da estrutura de solo e facilita a proliferação da microflora, liberando nutrientes essenciais, contribuindo para recuperação de áreas degradadas (FERREIRA et al., 1999).

Atualmente existem muitos trabalhos (FERREIRA et al., 1999; PROSAB, 1999; BETTIOL; CAMARGO, 2008; PIVELI et al., 2009; SANTOS, 2011; BATISTA, 2015; BITTENCOURT et al., 2017; SIQUEIRA et al., 2017; SILVA et al., 2019) validando, por meio de seus resultados positivos, a aplicação do bio sólido, especialmente, na agricultura. Entretanto, depois das resoluções do CONAMA (Resolução N° 375, de 29 de agosto de 2006; Resolução N° 498, de 19 de agosto de 2020), foram descritos critérios que permitiram o uso seguro do bio sólido. É necessário destacar que o LE é chamado de bio sólido quando atende aos parâmetros descritos, na Resolução N° 498 (BRASIL, 2020).

Esse trabalho foi realizado antes da publicação da Resolução N° 498 do CONAMA sobre o LE. Por conta disso, o LE foi testado no desenvolvimento da grama esmeralda, haja vista a divergência dos autores em utilizar o LE para produção de hortaliças. Por outro lado, não foi possível realizar as análises para os metais pesados, sendo esses, os mais importantes limitadores de uso do LE na agricultura.

## CONCLUSÕES

A aplicação do LE como fertilizante orgânico, para formação de gramados com grama esmeralda, nas condições estudadas, mostrou-se satisfatória. Embora, físico-quimicamente, os LE sejam bem diferentes, pois suas composições são dependentes de vários fatores e processos, apresentam um bom valor para o pH e consideráveis teores de nutrientes.

As duas maiores dosagens utilizadas (30 e 40 t de LE/ha<sup>-1</sup>) promoveram os melhores resultados quanto à produção de MS total e da parte aérea de grama esmeralda. Sendo que a maior dosagem foi significativamente maior entre todos os tratamentos estudados.

O LE, respeitando-se os fatores limitantes ao seu uso, descritos na Resolução CONAMA Nº 498, representa uma alternativa eficaz como adubo orgânico de gramados formados por grama esmeralda na região de Manaus, pois é a principal grama comercializada no estado do Amazonas.

Dada a crescente demanda pelo urbanismo sustentável, na cidade de Manaus, tem sido crescente a prática de jardinagem/paisagismo, incluindo arborização urbana, em vias públicas e parques, nesse sentido, o LE pode contribuir para a adubação, tanto no plantio quanto na manutenção desses cultivos.

## REFERÊNCIAS

ABGS (Associação Brasileira de Golfe Sênior). Prontos para 2021. Revista Golfe e Turismo/Bellidea Editora Ltda. Casa Nova Ltda. Ano 12, nº 70, dezembro. 2020.

ALAMINO, R. C. J.. A utilização do lodo de esgoto como alternativa na recuperação de solos degradados: viabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais. 221p. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, Brasil. UFRJ/IGeo. 2010.

ANTONIOLLI, D.. Manual para a aquisição, instalação e manutenção de gramas. Especial: rodovias e áreas de segurança. Associação Nacional Grama Legal. Disponível em: <https://gramalegal.com/download/pdf/manual-especial-rodovias.pdf>. Acesso: 05/03/2022.

ARAÚJO, V. S.; SILVA, G. B.; GALVÃO, J. R.; AMARANTE, C. B.; SILVESTRE, W. V. D.; GONÇALVES, D. A. M.. Microrganismos potenciais e incremento de biomassa em grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.). Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.1. 2020.

BACKES, C.; BÜLL, L. T.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R.L.; LIMA, C. P.; PIRES, E. C.. Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. Santa Maria Ciência Rural, v.39, n.4, p. 1045-1050. 2009.

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T.. Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. Campinas – SP, Brasil. Bragantia, v.69, n.2, p. 413-422. 2010.

BATISTA, L. F.. Lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal: um estudo de sua aptidão para o condicionamento, utilização e disposição final. 197p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília. Brasília – DF, Brasil. ENC/FT/UnB. 2015.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed. Técnicos). Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura. Jaguariúna – SP, Brasil. Embrapa Meio Ambiente. 349p. 2006.

BITTENCOURT, S.; AISSE, M. M.; SERRAT, B. M.. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do estado do Paraná, Brasil. Artigo Técnico. Brazil. Eng Sanit Ambient, v.22, n.6, p. 1129-1139. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Edição: 161, Seção: 1, P.265. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/08/2020&jornal=515&pagina=265>. Acesso: 22/03/2022.

FARR, D.. Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza. Tradução: Alexandre Salva Terra. Porto Alegre – RS, Brasil. Bookman. 2013.

FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C. V.; JURGENSEN, D.. Produção e características dos bio sólidos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; ILHENFELD, R. K. (Org.). Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura. Rio de Janeiro: ABES, v. 1, p. 16-25. 1999.

FIGUEIREDO, R. S.. Impacto da disposição de lodo de esgoto sanitário sobre características físicas e químicas e a comunidade microbiana do solo. 101p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, Brasil. SMARH/UFMG. 2019.

FLORENZANO, A.; ELLER, E.. Fertilizantes utilizados na implantação e manutenção de gramados. In.: anais do I SIGRA (Simpósio Sobre Gramados): Produção, Implantação e Manutenção. Unesp (Faculdade de Ciências Agrônomicas) - Botucatu - SP, Brasil. 2003.

GE (Glosario Ecología) / Término. Quimiotropismo. 2015. Disponível em: <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/quimiotropismo>. Acesso: 25/03/2022.

GIACOIA NETO, J.. Sistemas de irrigação para gramados. In.: anais do I SIGRA (Simpósio Sobre Gramados): Produção, Implantação e Manutenção. Unesp (Faculdade de Ciências Agrônomicas). Botucatu - SP, Brasil. 2003.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; LIMA, C. P.. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. Lavras – MG, Brasil. Ciênc. agrotec., v.31, n.5, p. 1326-1332. 2007.

GP (Gramas Pardim). Grama esmeralda. Disponível em: <http://www.gramaspardim.com.br/grama-esmeralda>. Acesso: 05/03/2022.

KÖPPEN, W. P.. Das Geographische System der Klimate. In: Handbuch der Klimatologie. Edited by: Köppen, W. and Geiger, R. 1. C. Gebr, Borntraeger, Berlin – Germany. 1936.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.. Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 4 ed. Nova Odessa – SP, Brasil. Plantarum. 1.088p. 2008.

MATEUS, C. M. D.; CASTILHO, R. M. M.. Adubação de manutenção em grama-esmeralda. João Pessoa – PB, Brasil. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, v.6, n.2, p. 11-16. 2012.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D.. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. *Horticultura Brasileira*, v.18 (suplemento julho), p. 67-82. 2000.

OLIVEIRA, N. B.; OLIVEIRA, J. F. V.; SANTOS, P. L. F.; GAZOLA, R. P. D.; CASTILHO, R. M. M.. Avaliação do estado nutricional de três gramados ornamentais em Ilha Solteira–SP: um estudo de caso. *Revista LABVERDE*, v.9, nº1, p. 96-119. 2018.

PIMENTA, C. H.. Produção de gramas. I SIGRA (Simpósio Sobre Gramados: Produção, Implantação e Manutenção), na Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu – SP, Brasil. 2003.

PIVELI, R. P.; CORAUCCI FILHO, B.; MONTES, C. R.; NASCIMENTO, C. W. A.; MOTA, S.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, O.; STEFANUTTI, R.; BOTELHO, S.. Utilização de esgoto tratado na agricultura: aporte de água e nutrientes. In: MOTA, F. S. B.; SPERLING, M. von (Org.). *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. Programa PROSAB. Rio de Janeiro – RJ, Brasil. ABES. Prosab 5, 1ed., p. 52-118. 2009.

PRIMAVESI, A.. *Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio*. 2. ed. rev. São Paulo – SP, Brasil. Expressão Popular. 205p. 2016.

PROSAB (Programa de pesquisa em saneamento básico). *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. Curitiba. 1999. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/uso\\_manejo\\_lodo\\_agricultura.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/uso_manejo_lodo_agricultura.pdf). Acesso: 25/05/2022.

RAATS, L. E. S.. *Estudo de diferentes sistemas de plantio (placas e plugs) para Grama Esmeralda*. 34 P. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, Brasil. UFLA. 2005.

RAVEN, P. H., EVERT, F. R.; EICHHORN, S. E.. *Biologia vegetal*. 6. ed. Guanabara Koogan SA, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. 906p. 2001.

SALVADOR, E. D.; MINAMI, K.. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em bandejas. Lavras - MG, Brasil. *Ciênc. agrotec.*, v.26, n.2, p. 237-243. 2002.

SANTOS, E. R.. *Caracterização química e microbiológica do lodo de esgoto para fins de fertilização*. 59 p. TCC (Graduação em Química Industrial). Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA). Assis – SP, Brasil. 2011.

SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; COSTA, J. V.; VILLAS BÔAS, R. L.. Revitalization of an amateur sports field with emerald grass. Viçosa – MG, Brasil. *SBFPO - Ornamental Horticulture*, v.26, n.4, p.647-657. 2020a. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i4.2212>.

SANTOS, P. L. F.; SILVA, P. S. T.; MATOS, A. M. S.; ALVES, M. L.; NASCIMENTO, M. V. L.; CASTILHO, R. M. M.. Aesthetic and sensory quality of Emerald grass (*Zoysia japonica*) as a function of substrate cultivation and mineral fertilization. Viçosa – MG, Brasil. SBFPO - Ornamental Horticulture, v.26, n.3, p.381-389. 2020b. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2216>.

SIEBERT, C.. Sustentabilidade Urbana: o pensamento ambiental e as cidades. In: SCHULT, S.; BOHN, N. (orgs.) As múltiplas dimensões das áreas de preservação permanente. Blumenau: Edifurb. 2014.

SILVA GUIMARÃES, J. C.; CORDEIRO, J.; FERREIRA ROSA VITORINO, D. C.. Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica. Universidade Federal de Itajubá – MG, Brasil. Research, Society and Development, vol.7, n.9. 2018.

SILVA, J. R. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; FIA, R.. Aplicação de efluente de estação de tratamento de esgoto em solo cultivado com grama esmeralda (*Zoysia japonica*). Engenharia na Agricultura, v.27, n.2. 2019.

SIQUEIRA, D. P.; BARROSO, D. G.; MARCIANO, C. R.. Lodo de esgoto: diretrizes e o seu uso como fertilizante, condicionador de solo e substrato florestal. Artigo de Revisão. Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil. VÉRTICES, v.19, n.3, p. 171-186. 2017.

TLI (The Lawn Institute). Environmental Benefits. Disponível em: [https://www.thelawninstitute.org/wp-content/uploads/2021/02/TLI-FreshO2production\\_US-Final.pdf](https://www.thelawninstitute.org/wp-content/uploads/2021/02/TLI-FreshO2production_US-Final.pdf). Acesso: 05/03/2022.

VIEIRA, F.. Reformando a casa. Revista Golfe e Turismo/Bellidea Editora Ltda. Casa Nova Ltda. (Gestão). Ano 12, nº 70, dezembro. 2020.