

# AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE *Phaseolus vulgaris* L. ADUBADO COM BIOSSÓLIDO PROVENIENTE DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE) DE SETE LAGOAS

Paula Silva Mirante\*  
Bárbara França Negri \*

## RESUMO

O lodo de estações de tratamento de esgoto (LETE) é um subproduto com capacidade para o uso agrícola e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura que necessita de complemento em sua adubação para garantir patamares desejáveis de produção. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de substratos formulados a partir de diferentes concentrações de lodo de uma estação de tratamento de efluentes de Sete Lagoas, usando o método de solarização como estabilizador na produção de mudas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O estudo foi conduzido durante os meses de julho e novembro de 2020. Os quatro tratamentos consistiram de três doses crescentes de LETE solarizado, (40, 80 e 120g) acrescido de 1kg de solo por tratamento. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três tratamentos e quatro repetições. As variáveis, respostas avaliadas foram: taxa de germinação, número de folhas, comprimento do caule, avaliados em 10 e 15 dias após o plantio. A análise de variância e o teste de média Tukey foram realizados no programa estatístico past v3. 25. Os resultados analisados não apresentaram respostas significativas no nível de significância de 5%. Evidenciando que as doses de LETE avaliadas no presente estudo não se mostraram suficientes em amplificar a quantidade de material orgânico no solo a ponto de impulsionar a germinação e o desenvolvimento do feijão, porém também não as afetam negativamente. Parâmetros como floração, produção de sementes não foram avaliados, sendo necessário, portanto, novos estudos com o ciclo total de vida da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Palavras-chave:** Estação de efluentes; Biossólido; Feijão; Agricultura; Lodo.

## ABSTRACT

The sludge from sewage treatment plants (LETE) is a by-product with capacity for agricultural use and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) is a crop that needs a complement in its fertilization to ensure desirable levels of production. Therefore, the objective of the work was to evaluate the performance of substrates formulated from different concentrations of sludge from a wastewater treatment plant in Sete Lagoas, using the solarization method as a stabilizer in the production of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). The study was conducted during the months of July and November 2020. The four treatments consisted of three increasing doses of solarized LETE, (40, 80 and 120g) plus 1kg of soil per treatment. The experimental design used was in randomized blocks with three treatments and four replications. The variables, responses evaluated were: germination rate, number of leaves, stem length, evaluated at 10 and 15 days after planting. The analysis of variance and the Tukey average test were performed using the statistical program past v3. 25. The results analyzed did not show significant responses at the 5% significance level. Evidencing that the doses of LETE evaluated in the present study were not shown to be sufficient to amplify the amount of organic material in the soil to the point of boosting the germination and development of beans, but neither do they affect them negatively. Parameters such as flowering and seed production have not been evaluated, therefore, further studies are necessary with the total life cycle of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Keywords:** Effluent station; Biosolid; Bean; Agriculture; Sludge.

## 1 INTRODUÇÃO

---

\* Graduanda em Biotecnologia, 8º Período, Faculdade Ciências da Vida, e mail: [paulasilvamirante@gmail.com](mailto:paulasilvamirante@gmail.com);

\*\* Doutora em Bioengenharia Molecular, Celular e Tecidual pela Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, Docente na Faculdade Ciências da Vida, e-mail: [barbarafnegri@gmail.com](mailto:barbarafnegri@gmail.com);

As estações de tratamento de afluentes (ETAs) e tratamento de efluentes (ETEs) geram resíduos sólidos, não biodegradáveis, potencialmente patogênicos, ricos em matéria orgânica e minerais de silicatos, que são incorporados pelos produtos decorrentes da adição de substâncias químicas na água bruta, durante o processamento (LUCENA *et al.*, 2016). Conseqüentemente, nos próximos anos, a implementação de estações de tratamento, aliado ao crescimento populacional, a produção desses resíduos sólidos denominados “lodo”, tende a um aumento no mínimo equivalente ao crescimento da população humana (ALEXANDRE e LUZ, 2020). O lodo é produzido de forma contínua e em grande escala, devendo ser reaproveitado e/ou disposto adequadamente para não impactar o ambiente negativamente (CONAMA, 2006).

Diante disso, há várias opções para a destinação final desse resíduo, armazenamento em grandes tanques (requer grandes áreas), incineração, aterro sanitário (método considerado de alto custo), biomassa para a geração de energia, mistura para a fabricação de cimento e materiais de construção (BITTENCOURT *et al.*, 2017). Entretanto, a quantidade gerada de lodo aumentará de tal forma, que somente as aplicações tradicionais de destinação final serão impraticáveis, ambientalmente e economicamente. Para diversas áreas a utilização de lodo de estação de tratamento de efluentes (LETE) tem sido recomendada, destacando-se a área da agricultura, atuando no condicionamento do solo, composição de substratos, compostagem, recuperação de áreas que sofreram degradação e fertilizantes que são utilizados na produção de grãos (LEE e SANTOS, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2017).

Para que o lodo a ser disposto no solo não cause danos ao meio ambiente e à saúde da população, é necessário que o mesmo passe por uma etapa complementar após o seu tratamento, denominada higienização, um exemplo disso é o método de solarização, um processo no qual o LETE é submetido a um processo de secagem com o aproveitamento das condições climáticas e temperatura ambiente, que proporciona a redução de microrganismos patógenos (BATISTA, 2015).

O LETE devidamente tratado, estabilizado e higienizado, passa a ser denominado biossólido, constituindo uma fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (ABREU *et al.*, 2017). A utilização de biossólido, como complemento na adubação é considerado promissor na disposição final desse resíduo, uma vez que, com a sua aplicação é possível melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura, fornecendo nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e produção das plantas e também, por apresentar vantagens

ambientais quando comparado a outras práticas de destinação final (CONAMA, 2006; MARTINS et al., 2015; LUCENA et al., 2016).

A aplicação de biossólido em áreas agrícolas está restrita em poucos estados do Brasil, sendo eles Rio Grande do Sul, Distrito Federal, São Paulo, Paraná e recentemente o estado do Espírito Santo (BITTENCOURT *et al.*, 2017). No estado do Paraná há a aplicação do lodo nas culturas de adubação verde, azevém, amora, café, cevada, cana, citrus, reflorestamentos de eucalipto, milho, feijão, soja, implantação de grama e pinus (BITTENCOURT, *et al.*, 2017).

A correção nutricional dos solos é importante para que as culturas atinjam patamares desejáveis da produtividade, uma vez que a baixa disponibilidade de nutrientes é uma das principais causas de interferência em produtividade, desenvolvimento e qualidade das culturas, por exemplo, a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L). (CONAB, 2019). Tendo em vista a preocupação com o impacto ambiental e menores prejuízos à saúde, os fertilizantes à base de LETE surgem como uma alternativa, uma vez que o feijão, que é um dos grãos mais consumidos no Brasil, depende da aplicação de fertilizantes à base de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) para o seu desenvolvimento e alcance desejado da produtividade (BONO, RUFINO, GONÇALVES, 2019).

Neste contexto, este artigo tem o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de biossólido proveniente de uma estação de efluentes - ETE da cidade de Sete Lagoas, na morfologia do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Tendo em vista o objetivo aqui levantado, a hipótese desse trabalho é que a resposta biológica a adubação do feijão com lodo proveniente de uma ETE – Sete Lagoas será benéfica para a germinação e desenvolvimento da planta, uma vez que o mesmo é rico em matéria orgânica, e a sua aplicação no solo pode trazer benefícios à agricultura, como melhora nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, fornecer nutrientes e elementos favoráveis ao desenvolvimento e produção das plantas. Dentre os objetivos específicos está a investigação da resposta que o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) terá frente a diferentes doses de LETE como substrato, avaliar e quantificar a taxa de germinação, número de folhas e altura do caule nos diferentes tratamentos.

Este trabalho se justifica, pelo fato da aplicação de lodo do tratamento de efluentes apresentar como característica, o fornecimento de nutrientes para as plantas, conter em sua constituição teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promovendo o crescimento de organismos no solo, fundamentais para a ciclagem dos elementos. Diminuindo os riscos à saúde humana, poluição ambiental e custos de produção, se devidamente tratado,

estabilizado e higienizado. Podendo ser utilizado como complemento na adubação da cultura do feijão, por ser uma espécie que necessita de grande quantidade de nutrientes para o seu desenvolvimento.

Deste modo, o projeto de pesquisa aborda como temática a aplicação do lodo, proveniente de uma ETE de Sete Lagoas. A utilização de fertilizante a partir de lodo proveniente da estação de tratamento de efluentes de Sete Lagoas é capaz de potencializar parâmetros morfológicos do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)?

A metodologia incluirá uma abordagem descritiva e exploratória, classificando este estudo como experimental, envolvendo a coleta do lodo de esgoto de uma ETE de Sete Lagoas, a sua estabilização por meio da solarização, a aplicação do lodo de efluentes no solo, a avaliação do feijão, os parâmetros de desenvolvimento morfológico e análises estatísticas baseadas no delineamento experimental.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 TRATAMENTO DE EFLUENTES**

A água tem por definição: “Substância líquida e incolor, insípida e inodora, essencial à vida” (FERREIRA, 2010). Podendo ser representada por parâmetros físicos: cor, turbidez e odor; químicos: pH, manganês, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, cloretos, matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos e biológicos: organismos indicadores de contaminação fecal (coliformes), bactérias e algas decompositoras (SMIDERLE, 2016).

A água possui influência direta no desenvolvimento, qualidade de vida e saúde dos seres humanos, e também no ecossistema. Sendo obtida de diversas fontes, como rios, represas, lagos, aquíferos (SILVA *et al.*, 2019). Um dos grandes problemas do século XXI, é a sua má distribuição, consumo exacerbado e o aumento da demanda desse recurso renovável, mas não inesgotável (SILVA *et al.*, 2019). É de suma importância que a água esteja própria para o consumo, diante disso, as estações de tratamento de afluentes ETAs e estações de tratamento de efluentes ETEs, são indispensáveis, pois produzem água potável a partir da água poluída, contaminada, renovando assim, o seu ciclo (PETRIS *et al.*, 2019).

A estação de tratamento de efluentes - ETE remove os poluentes por meio do método de lodos ativados, que consiste no crescimento de uma massa biológica, formando assim, flocos, que voltam ao início do processo em contato com a matéria orgânica, em um ambiente aeróbico, possuindo duas fases, uma sólida e outra líquida, adequando assim, o efluente aos

padrões estabelecidos pela legislação vigente (LAZZARI, 2018; DINIZ e MELO, 2019). Durante essas etapas, a maioria das ETEs produz um grande volume de resíduos, esses resíduos são denominados de lodo, possuindo em sua composição cerca de 70% de matéria orgânica, que são inertes e biodegradáveis e o restante é composto por matéria mineral (DINIZ e MELO, 2019). No decorrer da deterioração do lodo, há a perda de 2/3 de matéria orgânica, apresentando após a deterioração 55% de substâncias minerais e o restante de matéria orgânica, possuindo assim elevado potencial de carga poluidora (DINIZ e MELO, 2019).

#### 2.1.1. Tratamento biológico

O tratamento do esgoto realizado adequadamente minimiza o potencial poluidor dos efluentes de forma eficiente, sendo o tratamento biológico o de maior interesse, pois consiste na reprodução dos fenômenos e processos que são observados na natureza em condições controladas, seus efeitos podem ser controlados e maximizados, resultando no aumento da decomposição (BATISTA, 2015; SILVA, 2016). O tratamento biológico promove a eliminação de substâncias orgânicas biodegradáveis, micro-organismos, aeróbios e facultativos, anaeróbios, que através de suas reações químicas absorvem matéria orgânica (BATISTA, 2015).

O nível de eliminação de patógenos é determinado pelas exigências especificadas para cada destino a ser dado ao lodo, para se obter o destino sanitário adequado, há a necessidade que ele passe por um procedimento complementar de estabilização, a higienização. Processo que visa à eliminação e/ou redução significativa dos microrganismos, gerando um produto final seguro biologicamente para as diferentes finalidades desejadas (BATISTA, 2015). A solarização é um dos procedimentos complementares de estabilização, do qual o lodo de esgoto é submetido à secagem, com o aproveitamento das condições climáticas de grande insolação, normalmente utilizando uma cobertura plástica transparente, que cria um efeito estufa, os raios ultravioletas incidem na superfície e no seu interior predomina a temperatura de 36°C, gerando reações químicas, biológicas e físicas no meio, com a baixa umidade e o efeito estufa provocado pelo plástico, promovendo a redução da concentração de microrganismos patogênicos (BATISTA, 2015).

## 2.2 RESÍDUOS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

A coleta de esgoto é um serviço pouco distribuído na maior parte do continente brasileiro, o tratamento de água é ainda menos distribuído, gerando consequências graves à saúde pública e ao meio ambiente (LUCENA *et al.*, 2016). Na Região Sudeste, a coleta supera a média nacional, mas o tratamento é feito apenas em 48% dos municípios coletores, mesmo essa região sendo a única acima da média nacional dos municípios que tratam o esgoto (IBGE, 2010). Ainda que, os índices de tratamento de efluentes no país sejam baixos, a geração de lodo é alta e tende a crescer com a ampliação da cobertura de sistemas de saneamento (BRINGHENTI *et al.*, 2019). Não há informações precisas sobre a produção doméstica total de lodo, mas estima-se que exceda trezentas mil toneladas por ano para cada tipo de lodo (LUCENA *et al.*, 2016).

O (LETE) refere-se aos subprodutos sólidos obtidos pelas ETEs sendo caracterizado pela combinação de sólidos não biodegradáveis e massa bacteriana que cresce no reator de estação de tratamento (LAZZARI, 2019). A sua característica é decorrente ao tipo de tratamento ao qual foi submetido, podendo ser físico, biológico ou químico (AREIAS *et al.*, 2017). Devido à falta de políticas adequadas, educação ambiental e tecnologias de reuso, que visam à disposição adequada dos resíduos de esgoto, há o aumento da produção de resíduos sólidos gerados pelo homem e conseqüentemente um aumento dos danos provocados ao meio ambiente (AREIAS *et al.*, 2017).

Devido a grande produção de lodo, sobretudo nos grandes centros urbanos, tem se direcionado algumas pesquisas sobre alternativas de destinação (YADA *et al.*, 2020). Tendo como destinações mais comuns: aterro sanitário, fabricação de tijolos e cerâmica, fabricação de cimento, recuperação de solos, melhoria na sedimentação de águas de baixa turbidez, recuperação de coagulantes, conversão em óleo combustível (AFÁZ *et al.*, 2019).

Há um grande potencial na aplicação do lodo, como biossólido, que consiste no fertilizante orgânico, proveniente do sistema de tratamento de efluentes que resulta em um composto que pode ser utilizado de modo seguro na agricultura (SILVA, 2016). O uso agrícola do lodo de esgoto como adubo orgânico é promissor na disposição final deste resíduo, devido a sua sustentabilidade, diminuindo a adubação mineral e fornecendo matéria orgânica (YADA *et al.*, 2020).

### 2.3 DESTINAÇÃO FINAL DO LODO

O Ministério do Meio Ambiente, através do seu órgão consultivo e deliberativo – Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA regulamentou a prática da aplicação direta

de lodo de esgoto sanitários em culturas agrícolas em território nacional através da Resolução CONAMA – RC nº 375/2006 (CONAMA, 2006). Calcula-se que a quantidade (LETE) empregada no Brasil para o fim agrícola é da ordem de 21.000 toneladas base seca por ano, sendo produzido em quase todas as estações que operam processos de tratamento biológicos aeróbios (aeração prolongada, lodos ativados convencionais e lagoas aeradas) (SILVA e MIKI, 2017).

### 2.3.1. Feijão

A família Fabaceae ou Leguminosae apresenta cerca de 20 mil espécies e 730 gêneros catalogados, pertencendo ao terceiro lugar no ranking de maiores famílias de Angiospermas do mundo (AHMAD *et al.*, 2016). No Brasil encontram-se na maioria dos biomas e ecossistemas 222 gêneros e 2.807 espécies, apresentando extrema importância, pois, suas plantas possuem características diversificadas, sendo utilizadas como adubos, forragens, além de sintetizar grande variedade de produtos naturais como temperos e corantes, as leguminosas possuem também, um alto grau de importância medicinal, sendo um meio terapêutico e eficaz para o tratamento de diversas doenças (AHMAD *et al.*, 2016). Uma das principais características dessa família são seus frutos, dos quais a maioria apresenta formato de vagem, possuindo alto valor nutricional e econômico como a soja, o feijão, entre outros (BFG, 2015).

O feijão pertence ao gênero *Phaseolus* tendo aproximadamente entre 55 a 100 espécies e milhares de variações, dentre as quais é possível destacar três como as mais conhecidas: o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) sendo o mais cultivado, o anão (*Phaseolus nanus*) e o feijão preto (*Phaseolus derasus*) (SILVIERO *et al.*, 2016). Acredita-se que a sua origem foi há cerca de 8.000 anos A.C, no México, há também dados de restos encontrados dessa leguminosa há 4.975 anos A.C na América do Sul sendo constituinte da alimentação básica de povos incas e astecas (TORRERO *et al.*, 2018). Os grãos apresentam alto valor nutricional, ricos em proteínas, carboidratos, fibras, vitaminas, minerais e baixo teor lipídico (ALVES, 2016). O feijoeiro é uma espécie que exige grande quantidade de nutrientes para o seu desenvolvimento, sendo necessária a adubação com a adição desses nutrientes (PERIN *et al.*, 2016).

## 3 METODOLOGIA

O presente estudo se classifica quanto a sua natureza, como exploratória e descritiva, classificando-o como experimental. Esse tipo de pesquisa tem a finalidade de determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle, observação dos efeitos que a variável produz no objeto (MARCONI; LAKATOS *et al.*, 2003). O estudo foi conduzido no período de julho de 2020 até novembro de 2020.

### 3.1 COLETA DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE

O LETE foi doado por uma indústria de componentes automotivos na cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais. Sendo coletado pelo responsável químico do setor no pátio de secagem de lodo da indústria.



**FIGURA 1** – Local de coleta do LETE, pátio de secagem da indústria.

**Fonte:** Autora, 2020.

### 3.2 MONTAGEM DO EXPERIMENTO E TRATAMENTO DO LETE

O experimento foi conduzido na cidade de Pedro Leopoldo, nas coordenadas de 19°37'21.7" Sul e 44°02'44.6" Oeste, as médias de temperatura mínima e máxima são, respectivamente 13 °C a 28 °C, com altitude média de 774 metros. Após a coleta, o LETE foi colocado sob o processo de solarização, método que consiste no acondicionamento do LETE em caixas de papelão, forradas internamente com plástico e cobertas com plástico transparente, exposto ao sol durante 6 dias, em temperaturas que variaram de 21 °C mínima e máxima 36 °C.



**FIGURA 2** – Lodo em processo de solarização.  
Fonte: Autora, 2020.

Após o processo de solarização, o bio-sólido obtido foi pesado nas seguintes quantidades crescentes: 40, 80, 120 gramas, foi acrescida a quantidade de 1kg de solo em cada um caracterizando 3 tipos de tratamentos com proporções diferentes de bio-sólidos. Após homogeneização completa da mistura, o substrato gerado foi pesado (figura 3), e cada tratamento dividido em 4 vasos plásticos, tendo 250g de cada tratamento por vaso e também um tratamento apenas com o solo, sem a presença do bio-sólido, para ser utilizado como tratamento controle, totalizando 16 parcelas experimentais. Em cada vaso, 10 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foram semeadas na profundidade de 3cm e em seguida, irrigadas, para garantir a eficiência da germinação. A irrigação dos vasos foi realizada de modo uniforme em todos os tratamentos, conforme a necessidade hídrica das plantas. Após 10 e 15 dias, foram efetuadas avaliações em cada vaso, no desenvolvimento da planta: taxa de germinação, número de folhas e comprimento do caule.



**FIGURA 3** – Processo de pesagem dos substratos.  
**FONTE:** Autora, 2020.

### 3.3 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA DO DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DA PLANTA

Para a avaliação morfológica, foi feita a coleta de dados referente à avaliação da taxa de germinação, quantificação de folhas expandidas em 10 e 15 dias e a medição do comprimento do caule nos respectivos dias para cada tratamento.

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos consistindo em: primeiro tratamento controle sem adição de lodo e os seguintes com quantidades crescentes: 40, 80 e 120g de bio-sólido em 1kg de solo, cada um possuindo três repetições, totalizando 16 parcelas experimentais com 250g de tratamento em cada vaso. Foi realizada uma análise de variância e um teste de média Tukey adotando o nível de significância a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Past v3.25 (HAMMER, 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bio-sólido resultante do processo de solarização, utilizado nos quatro tratamentos na quantidade de 40, 80 e 120g acrescido de 1kg de solo, com 16 parcelas experimentais, não apresentou diferenças significativas na taxa de germinação, quantidade de folhas e comprimento do caule, no desenvolvimento da cultura do feijão. Souza e colaboradores

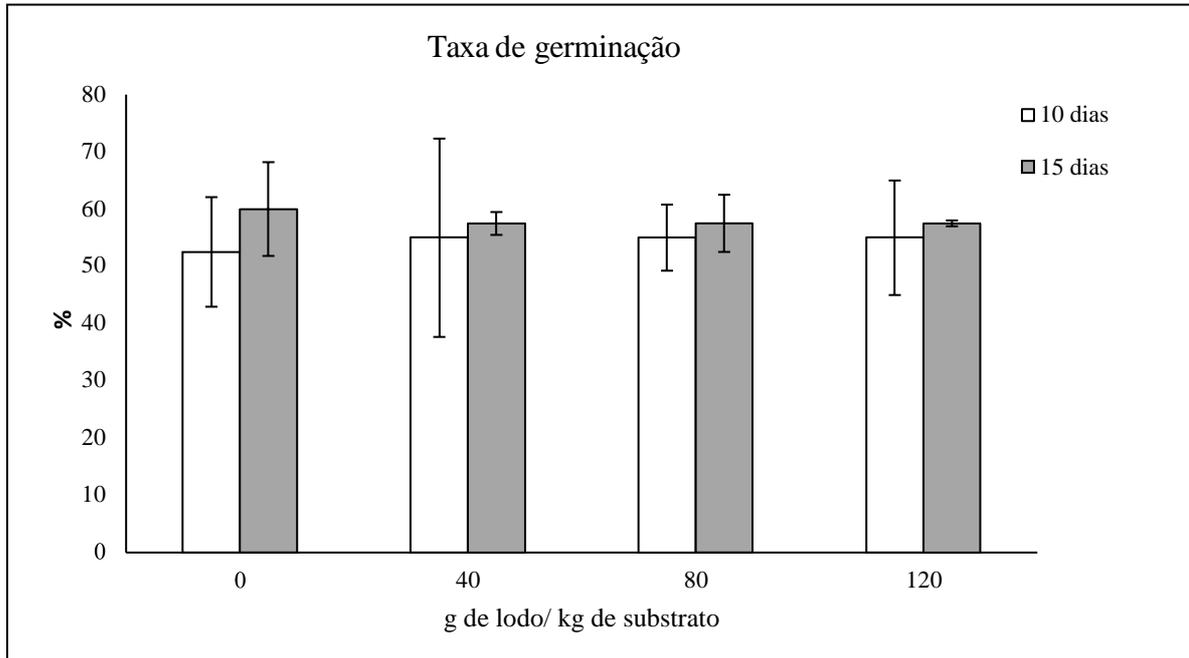
(2009) destacam que o resultado em relação à aplicação de LETE no solo, está diretamente associado à quantidade e a qualidade do material aplicado.

Monteiro e colaboradores (2017) afirmam que o processo de solarização é capaz de diminuir em mais de 80% a quantidade de volume proveniente do LETE, conseqüentemente resultando em menores custos de manuseio, disposição e transporte, além de possibilitar a potencial desinfecção do LETE. No presente estudo foi possível visualizar a diminuição do volume de LETE após o processo de solarização e ter pouco gasto na realização do experimento, possuindo um resultado satisfatório. Segundo Batista (2015), experimentos realizados no município de Franca – SP, em caixas cobertas com plástico transparente, foram alcançadas respostas de até 99,99% de redução de coliformes e *E. coli*.

Para a produção de mudas, é preciso substrato de qualidade, que proporciona ótimos níveis de aeração, absorção de água e drenagem, para que a germinação ocorra com êxito, garantindo em curto período de tempo, uma planta com qualidade e baixo custo, possibilitando a disponibilidade dos nutrientes, adequadas características físicas e químicas para as plantas (GOMES, 2002). As primeiras observações realizadas neste estudo foram em relação à aparência das plantas. Após 6 dias de ensaio, começaram a surgir os primeiros brotamentos. Segundo Perin e colaboradores (2016), a eficácia de uma área cultivada se deve, dentre outros fatores por meio da germinação das sementes, processo que tem seu início na ingestão de água e seu fim por meio do prolongamento do eixo embrionário.



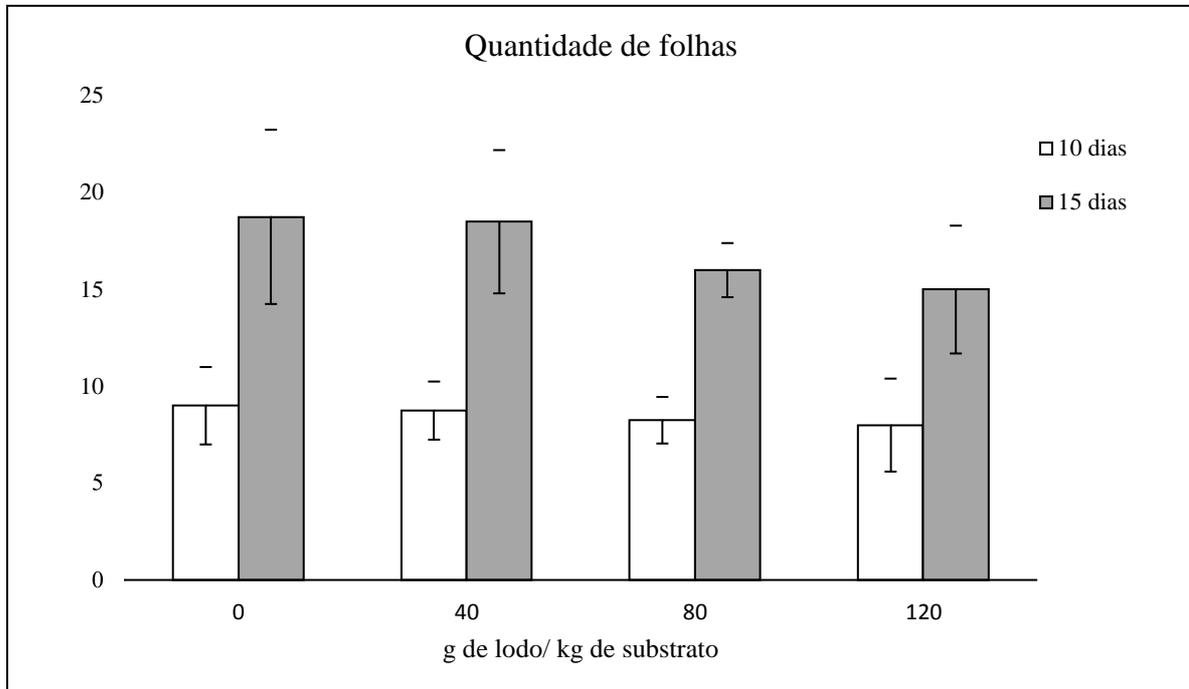
**FIGURA 5** – Tratamentos apresentando brotamentos, após 6 dias de plantio.  
**FONTE:** Autora, 2020.



**FIGURA 6** – Porcentagem da taxa de germinação de 10 e 15 dias das mudas de *Phaseolus vulgaris* L.  
**FONTE:** Autora, 2020.

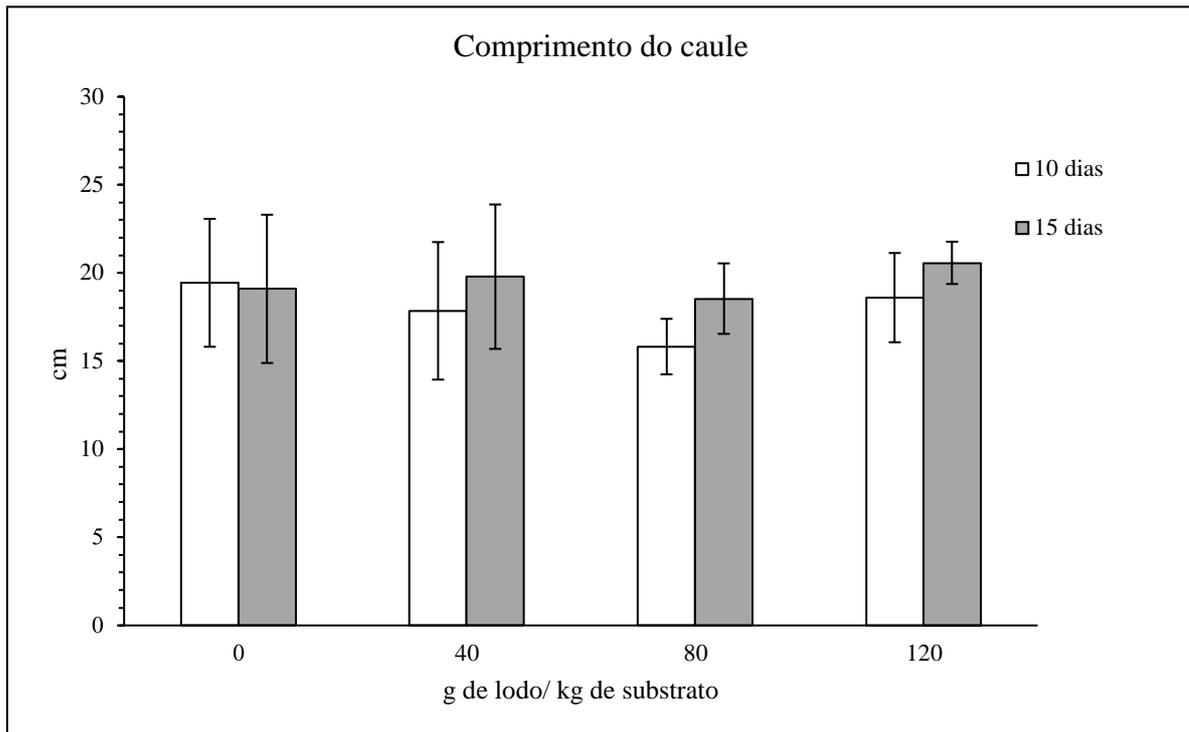
Dados do Laboratório de Análise de Sementes – LAS, afirmam que sementes para possuir alta qualidade devem dispor de boa capacidade para emergir, germinar, e assim gerar uma população adequada de plantas que se apresentam saudáveis e vigorosas, favorecendo na implantação das culturas. A germinação do feijão inicia-se já no dia do plantio, em condições de solo úmido e/ou dias de chuva ou irrigação, quando é realizado em solo seco. Em seguida a semente incha e há o início da germinação, com o rompimento do solo, momento que os cotilédones atingem a superfície (OLIVEIRA *et al.*, 2018). As sementes no presente estudo começaram a germinar em 3 dias após a semeadura, o que é natural da cultura do feijoeiro. A figura 6 apresenta a avaliação das taxas de germinação com 10 dias após a semeadura, sendo observado que o tratamento possuindo 0g de lodo obteve uma média de germinação de 52% em suas repetições, o segundo tratamento de 40g de lodo/kg de substrato, o tratamento de 80g de lodo/kg de substrato e o tratamento com maior quantidade de biossólido, 120g de lodo/kg de substrato apresentaram a taxa de 55% de germinação em suas repetições. Evidenciando que não houve variação significativa entre os tratamentos, apontando, portanto, uma uniformidade. Após 5 dias, foi realizada novamente uma avaliação, para verificar se houve modificações após 15 dias do plantio. O tratamento 0g de lodo/kg de substrato teve um aumento de pouco mais de 7%, os tratamentos: 40g de lodo/kg de substrato, 80g de lodo/kg de substrato e 120g de

solo/kg de substrato apresentaram respectivamente um aumento de pouco mais de 2% em comparação a avaliação da taxa de germinação de 10 dias.



**FIGURA 7** – Quantificação de folhas das mudas de *Phaseolus vulgaris* L. após 10 e 15 dias.  
**FONTE:** Autora, 2020.

Após 10 dias do plantio, foi feita a primeira quantificação do número de folhas em cada tratamento. Todos os tratamentos não apresentaram diferenças consideráveis entre si na contagem de 10 dias, como mostra a figura 7. Sendo constatado que somente houve um aumento significativo entre a avaliação foliar de 10 dias para 15 dias. Para Silva (2015), é indispensável a medição da área foliar para a avaliação do estado fisiológico da planta, pois as folhas são os principais elementos encarregados na realização de trocas gasosas e fotossíntese. Dados da Embrapa (2003), afirmam que um melhor manejo adequa o índice da área foliar, fazendo com que o cultivo seja capaz de alterar de modo eficiente biomassa a partir da energia luminosa e futuramente em grãos. Na figura 7 foi possível verificar que em 15 dias, as mudas apresentaram grandes quantidades de folhas, possuindo, portanto, grande capacidade de se obter energia luminosa, podendo gerar grande quantidade de grãos.



**FIGURA 8** – Quantificação do comprimento do caule das mudas de *Phaseolus vulgaris* L. após 10 e 15 dias.

**FONTE:** Autora, 2020.

Abreu e colaboradores (2019) afirmam que autores atribuem o maior crescimento de mudas que são produzidas com o biossólido como substrato, em decorrência da disponibilidade de nutrientes minerais presentes, as características químicas do substrato sofrem influência, afetando diretamente o crescimento das mudas. Os tratamentos que receberam 80g e 120g de LETE, portanto maiores quantidades de nutrientes, consequentemente deveriam apresentar maior crescimento nesses tratamentos, o que não ocorreu, como mostra a figura 8.

O comprimento do caule entre os tratamentos com diferentes concentrações de LETE, não apresentaram diferenças consideráveis entre si, o que corrobora com os dados de Sobral (2017), na avaliação do desenvolvimento de *Crotalaria juncea* em solo codisposto com lodo de ETA e ETE onde os crescimentos dos tratamentos se igualaram entre si, em diferentes doses de lodo, com o crescimento semelhante ao tratamento somente com solo. Na avaliação de 10 dias a maior média do comprimento do caule foi visualizada no tratamento controle, 19,4 e a menor média no tratamento de 80g de lodo/kg de substrato apresentando média de 15,8. Na avaliação de 15 dias também, não houve grandes diferenças, com a maior média no tratamento de 120g de lodo/kg de solo, 20,57 e a menor no tratamento de 80g de lodo/kg de solo apresentando valor de 18,54 de comprimento de caule em suas repetições.

Segundo Monteiro e colaboradores (2017) dentre as várias aplicações de LETEs, há a produção de mudas de diversas espécies, como florestais, frutíferas, dentre outras, por meio da matéria orgânica desse substrato, além de ser uma destinação final mais adequada, do que aterros sanitários, incineração. Por meio do estudo foi possível adquirir mudas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).



**FIGURA 10** – Tratamentos com 10 dias após plantio.

**FONTE:** Autora, 2020.

A Resolução CONAMA nº 375/2006 define procedimentos e critérios para a destinação agrícola de lodos que são gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, mas é uma resolução que se aplica apenas ao lodo sanitário, não ao LETE de processos industriais. Apresentando aspectos que precisam de uma maior discussão e, porventura, modificados, ajustados ou complementados, de modo a permitir atender de forma efetiva aos propósitos desejados. O MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento também possui diretrizes para a utilização do LETE na agricultura, por meio de Instruções Normativas 23, 27 e 35. A diferença mais importante entre as Instruções Normativas do Mapa e a Regulamentação do Conama é que há a exigência do monitoramento de áreas onde o LETE será aplicado.

Apesar dos inúmeros benefícios apresentados por autores, a prática de utilização de LETE é bastante questionada. A destinação de LETE na agricultura é um jeito de evitar

exigências de alternativas ambientais, como o aterro sanitário, tendo em vista somente a facilidade de implantação e a redução dos custos (SAMPAIO, 2013). As razões que conduzem o interesse das companhias em optarem por a alternativa da utilização de LETE na agricultura são devido às suas características de sustentabilidade (SAMPAIO, 2013).

Os resultados da análise de variância e teste de média Tukey não apresentaram diferenças significativas. Os dados apresentados no presente estudo demonstraram que as doses de lodo utilizadas em quantidade crescente de 40g, 80g e 120g, combinados com 1kg de solo, não afetaram negativamente os atributos morfológicos do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), após 10 e 15 dias de avaliação. E também evidencia que as doses de LETE avaliadas no presente estudo não se mostraram suficientes para amplificar a quantidade de material orgânico no solo a ponto de impulsionar as suas características morfológicas. Santos e colaboradores (2017) em experimentos com marmeleiro (*Alibertia edulis*) na avaliação da germinação do mesmo constataram que altas proporções de lodo foram nocivas na germinação de suas sementes, sendo benéficas baixas e médias quantidades de lodo nas plantas.

No presente estudo foi possível perceber que a utilização de LETE é uma alternativa sustentável, mas novos estudos devem ser realizados com maior quantidade de tempo de avaliação nas culturas de feijão, para se obter respostas significativas da sua utilização.

## **5 CONCLUSÃO**

Novos estudos, com avaliações ao longo prazo, aplicações sucessivas, diferentes quantidades de LETE da indústria automotiva, localizada em Sete Lagoas - MG serão importantes para a análise dos seus efeitos no funcionamento do solo e no desenvolvimento de plantas, antes de se optar por essa forma sustentável de destinação final.

É necessária a elaboração de projetos e planos técnicos de aplicação que obedeçam à legislação e que possam garantir a aplicação segura de LETEs sanitários e industriais. O presente estudo não obteve respostas significativas da aplicação de LETE, nas dosagens crescentes de 40, 80 e 120g em 1kg de solo, no desenvolvimento inicial do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sendo sugerido mais estudos futuros com o ciclo completo de vida dessa cultura e também análises químicas e biológicas do mesmo.

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, A. H. M. de.; ALONSO, J. M.; MELO, L. A. de.; LELES, P. S. dos S.; SANTOS, G. R. dos. Caracterização de biossólido e potencial de uso na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro – RJ, v. 24, n. 3, 2019.

ABREU, H. M. de A.; LELES, P. S. dos S.; ALONSO, J. M.; ABEL, E. L. da S.; OLIVEIRA, R. R. de. Characterization of sewage sludge generated in Rio de Janeiro, Brazil, and perspectives for agricultural recycling. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2434, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n4Sup1p2433

AFÁZ, D. C. de S.; BERTOLAZI, K. B.; VIANI, R. A. G. SOUZA, C. F. Composto de lodo de esgoto para o cultivo inicial de eucalipto. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 1. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1965>

AHMAD, F.; ANWAR, F.; HIRA, S. Review on medicinal importance of fabaceae family. **Pharmacologieonline**, Riphah International University- Pakistan, v.3, p. 152, 2016.

ALEXANDRE, E.; LUZ, C. A. da. Substituição parcial do cimento CPV-ARI por lodo de estação de tratamento de água (ETA). **Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620200001.0912>

ALVES, J. S. Caracterização de farinhas de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.) e sua utilização na elaboração de maionese. **Dissertação Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 12-16, 2016.

ANDA, Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Pesquisa setorial**, Brasil, 2019. Disponível em: <<http://anda.org.br/estatisticas/>>. Acesso em 15/12/2019.

AREIAS, I. O. R.; VIEIRA, C. M. F.; MANHÃES, R. da S. T.; INTORNE, A. C. Incorporação de lodo da estação de tratamento de esgoto (ETE) em cerâmica vermelha. **Cerâmica**. São Paulo, v. 63, n. 367, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0366-69132017633672004>

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. **ENC - Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos**, Brasília – DF, p. 25-26, 2015.

BFG, The Brazilian Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, p. 1089, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>

BITTENCOURT, S.; AISSE, M. M.; SERRAT, B. M. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do estado do Paraná, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017156260>

BONO, J. A. M.; RUFFINO, R. S.; GONÇALVES, R. C. Fertilizantes Nitrogenados em Cobertura para Pastagem Marandu (*Brachiaria brizantha*) no Mato Grosso do Sul. **Uniciências**, Mato Grosso do Sul, v. 23, n. 2, p.127-132, 2019.

BRASIL. Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a fiscalização e inspeção da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá

outras providências. (Redação dada pela Lei nº 12890, de 2013). **Diário Oficial da União**, Brasília, Art 3º. Acesso em: 05/04/2020

BRINGHENTI, J. R.; BOSCOV, M. E. G.; PIVELI, R. P.; GUNTER, W. M. R. Codisposição de lodos de tratamento de esgotos em aterros sanitários brasileiros: aspectos técnicos e critérios mínimos de aplicação. **Engenharia Santária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018124980>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira grãos. **Conab**, Safra 2019/20 - Terceiro levantamento, Brasília, v. 7, p. 1-28, 2019.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente**. Resolução n. 375 , de 29 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-conama-375-06.pdf> Acesso em: 23/04/2020.

DIDONET, A. D.; SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; BRAGANTINI, C.; GUIMARÃES, C. M.; SOARES, D. M.; VIEIRA, E. H. N.; QUINTELA, E. D.; CARNEIRO, G. E. de S.; OLIVEIRA, I. P. de.; FONSECA, R. J.; COSTA, J. L. da S.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, G. da S.; YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F.; PELOSO, M. J. D.; YOKOYAMA, M.; FAGERIA, N. K.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, R. F.; SILVA, S. C. da.; COBUCCI, T.; CASTRO, T. de A. P. e.; Feijão, o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa informação tecnológica**, Brasília – DF, v. 1, n. 1, p. 23, 2003.

DINIZ, M. A. O. M.; MELO, D. de C. P. de; Potencial aproveitamento de lodo de ETE na construção civil em Recife/PE. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, Ago-Set, 2019. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0017>

FERREIRA, A. B de H. Dicionário Aurélio da língua portuguesa. **Positivo**, Curitiba, Paraná, ed. 5, 2010.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 26, n. 6, p. 2, 2002.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontol. Electron.**, v. 4, n. 1. 2001. Disponível em: < [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf) >. Acesso em: 02 nov. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap8.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap8.pdf) Acesso em: 24/05/2020

LAS – Laboratório de análise de sementes. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://www.ufsm.br/laboratorios/sementes/a-semente-e-sua-germinacao/>. Acesso em: 06/11/2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAZZARI, J. Análise do potencial energético de lodos obtidos no tratamento de esgoto. Trabalho de Conclusão de Curso. **Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo**, p. 21, 22, 2018.

LEE, E. S. H.; SANTOS, F. J. dos. Caracterização do lodo proveniente de estação de tratamento de esgoto (ETE) e estudo sobre seu potencial energético. **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Bauru/SP, v. 2, p. 1, 2011.

LUCENA, L. C.; JUCA, J. F. T.; SOARES, J. B.; BARROSO, S. H. A.; PORTELA, M. G. Characterization and evaluation of the potential use of sludge from STP and WTP in paving. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p166-178/2016>

MARTINS, B. H. da S.; MARTINEZ, D. G.; PUIG, P.; BANDAR, H. A.; SCHMITZ, W. C. Uso de biossólido na agricultura. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 66, 2015.

MONTEIRO, A. B.; PEREIRA, I. dos S.; STOCKER, C. M.; PERES, M. A.; MARTINAZZO, R.; B, A. L.; TIMM, L. C. Substratos a base de lodo de esgoto solarizado e pirolizado para produção de mudas de alface. **Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa – CONGREGA**, Pelotas – RS, v. 14, p. , 2017.

NOGUEIRA, A. R.; MATSUURA, M. I. S. F.; KULAY, L. Avaliação do desempenho ambiental de fertilizantes químicos no contexto brasileiro: estudo de caso para a produção de fertilizantes fosfatados. **V Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo da Vida**, Fortaleza – C, p. 79, 2016.

OLIVEIRA, M. G. de C.; OLIVEIRA, L. F. C.; WENDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, M. da C. S.; JUNIOR, M. L.; SILVEIRA, P. M. Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos filotécnicos. **Embrapa**, Brasília – DF, v. 1, n. 1, p. 12, 2018.

PAULA, L. L. R. J.; SILVA, A.P.; BRANDAO, J. C. Fatores de risco e ações preventivas para o câncer de pele em trabalhadores rurais. **Jornal Europeu de câncer cirúrgico**, Barretos, v. 41, p. 2-4, 2015.

PERIN, A.; GONÇALVES, É. de L.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G. C.; RIBEIRO, J. M. M. R.; ANDRADE, E. P. de; SALIB, N. C. Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 9, n. 3, p. 99, 2016.

PETRIS, A.; GONÇALVES, M. J.; RORATTO, P. A.; GOULART, J. A. G. Physicochemical, microbiological and parasitological characterization of the filter backwash water from a water treatment plant of Blumenau - SC and alternatives for treatment and reuse. **Revista Ambiental Água**, Taubaté – SP, vol. 14 n. 3, ed. 2372, 2019.

RAIJ, B. Van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 285, 2001.

SANTOS, J. da S.; SANTIAGO, E. F.; BATISTOTE, M.; PONTES, M. da S.; KISSI, Y. A.; NOBREGA, M. A. dos S. Influência do lodo de esgoto sobre a germinação de sementes de *alibertia edulis* (rich) a. rich ex dc. (rubiaceae). **1º Simpósio Científico sobre Recursos Naturais**, Dourados – MS, n. 1, p. 1, 2017.

SCHIDECK. Minhocultura produção de húmus. **ABC da Agricultura Familiar**. Embrapa, Brasília, 2ª edição. Rev. Ampli, p. 12-49, 2017.

SILVA, A. B da S.; SILVA, J. da C.; MELO, B. F. de.; NASCIMENTO, R. F. do.; DUARTE, J. da S.; FILHO, E. D. da S. Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **Revista Principia**, IFPB, n. 37, p. 85, 2017.

SILVA, B. S. da.; MIKI, M. K. Práticas operacionais e de empreendimentos – Análise crítica dos instrumentos legais do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (mapa) para uso agrícola do lodo de esgoto. **Revista DAE**, p. 54-56, 2017.

SILVA, E. M. da S.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; PINHEIRO, F. W. A.; ANDRADE, B. A. de. Efeito da adubação nitrogenada na formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas. **Revista Verde**, v.10, n. 4, p.42, 2015.

SILVA, H. C. da. Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais na cultura do feijoeiro comum. **Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Uberlândia**. Uberlândia, p. 11, 2016.

SILVIERO, A.; BRAGA, M.; SANTOS, R. C. dos.; SANTOS, V. B. dos. Aspectos nutricionais e culinários do feijão comum e do caupi consumidos no Acre. **Livro técnico Infoteca – E**, Embrapa Acre, cap. 12, p. 301-304, 2016.

SMIDERLE, J. J. Estudo de Viabilidade para destinação final do lodo da ETA Laranjal/RJ. **Projeto de Graduação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 3, 2016.

SOBRAL, B. S. Avaliação de crescimento de *crotalaria juncea* em solo codisposto com lodo ETA e lodo de ETE. **Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Saneamento Ambiental, Curso Superior de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Vitória – ES, p. 74, 2020.

SOSSAI, T. P.; MACIEL, C. A. C.; SOSSAI, L. H. P. Utilização de lodo de esgoto da ETE de Poços das Caldas na adubação do feijoeiro. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 13, n. 2, 2016.

SOUZA, C. A. de.; JUNIOR, F. B. dos R.; MENDES, I. de C.; LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. da. Lodo de esgoto em atributos biológicos do solo e na nodulação e produção de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília – DF, v. 44, n. 10, 2009.

TOMAZI, Y. BONOME, L. T. da S.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; FRANZENER, G. S. Métodos de assepsia em sementes de feijão. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, Pombal – PB, p. 229-232, 2019.

TORRERO, F. M. G.; GUTIÉRREZ, C. A. A.; GONZÁLES, J. V. H.; GARCIA, M. H. Quatro produtos ancestrais e sua importância na gastronomia. **Revista digital de investigação e divulgação turística**, Tepic, Nayarit, v. 6, n.6, p. 22-23, 2019.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytologist**, v. 157, p. 423- 447, 2003.

YADA, M. M.; MELO, W. J. de.; MELO, V. P. de. Elementos – traço no solo, na planta e no grão de plantas de milho cultivadas com lodo de esgoto por 16 anos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro - RJ, v. 25, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522020150124>

