



# 7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

## UTILIZAÇÃO DO LODO DE ETE PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA AGRICULTURA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XV-007>

Bruno Zimmer da Silva(\*), Renata Farias Oliveira, Nádia Teresinha

\* Universidade Luterana do Brasil, [brunozimmers@gmail.com](mailto:brunozimmers@gmail.com).

### RESUMO

O aumento das redes coletoras de esgotamento sanitário e o crescimento populacional resultaram no crescimento da geração de lodo proveniente das estações de tratamento. Por isso se faz necessário realizar a sua disposição de modo ambientalmente adequado, uma vez que os destinos mais usados são em jardins e aterros sanitários, que é o principal receptor deste produto. Sabe-se da dificuldade de recuperar as áreas degradadas pela agricultura em larga escala, e neste contexto, este estudo visou utilizar o lodo de ETE para fazer a sua recuperação, utilizando a técnica de biorremediação, para suprir a falta de nutrientes no solo infértil com os nutrientes encontrados no lodo. Esta técnica procura atender os limites determinados pela Resolução CONAMA N° 375/2006 para disposição do biossólido em solo agrícola. A experiência constituiu-se na mistura de lodo de ETE e solo degradado da agricultura, nas proporções de 20% de lodo para 80% solo. Após realizar as análises dos parâmetros, identificou-se o solo com baixo nível de fertilidade, pois o parâmetro de CTC ficou na faixa de 1 a 10 cmolc/kg. O lodo do estudo pertence à classe A, o que é permitido pela Resolução CONAMA 375/2006 para ser utilizado na agricultura. A amostra do solo natural apresentou valores de 3,7963 cmolc/kg para CTC, 93,24 mg/kg para nitrogênio, 339,73 mg/kg para fósforo e um pH de 6,82 UpH. Os valores encontrados para o solo com aplicação de lodo foram de 5,6595 cmolc/kg para CTC, 205,77 mg/kg para nitrogênio, 550,25 mg/kg para fósforo e um pH de 7,19 UpH. Assim sendo, obteve-se um aumento nos parâmetros analisados, porém para se utilizar este subproduto gerado das estações de tratamento, se faz necessário realizar tratamentos paralelos para remoção de patógenos, visto que os eles não eram o foco do estudo. Contudo, a utilização de lodo de estação de tratamento para recuperação de áreas degradadas torna-se uma alternativa ambientalmente sustentável, sabendo da necessidade existente.

**PALAVRAS-CHAVE:** ETE, Áreas Degradadas, Lodo, Agricultura, Recuperação.

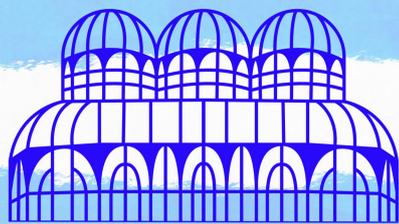
### ABSTRACT

The increase in sewage collection networks and population growth resulted in an increase in the generation of sludge from treatment plants. Therefore, it's necessary to dispose of it in an environmentally appropriate way, since the most used destinations are in gardens and landfills, which are the main recipients of this product. We know the difficulty of recovering areas degraded by large-scale agriculture, and in this context, this study aimed to use STP sludge to recover them, using the bioremediation technique, to make up for the lack of nutrients in infertile soil with the nutrients found in the sludge. This technique seeks to meet the limits determined by CONAMA Resolution N° 375/2006 for the disposal of biosolids in agricultural soil. The experiment consisted of mixing STP sludge and degraded agricultural soil, in proportions of 20% sludge to 80% soil. After carrying out the analysis of the parameters, the soil with a low level of fertility was identified, as the CTC parameter was in the range of 1 to 10 cmolc/kg. The study sludge belongs to class A, which is permitted by CONAMA Resolution 375/2006 to be used in agriculture. The natural soil sample presented values of 3.7963 cmolc/kg for CTC, 93.24 mg/kg for nitrogen, 339.73 mg/kg for phosphorus and a pH of 6.82 UpH. The values found for the soil with sludge application were 5.6595 cmolc/kg for CTC, 205.77 mg/kg for nitrogen, 550.25 mg/kg for phosphorus and a pH of 7.19 UpH. Therefore, an increase in the analyzed parameters was obtained, however, in order to use this by-product generated from treatment plants, it's necessary to carry out parallel treatments to remove pathogens, as they weren't the focus of the study. However, the use of treatment plant sludge to recover degraded areas becomes an environmentally sustainable alternative, knowing the existing need.

**KEY WORDS:** ETE, Degraded Areas, Sludge, Agriculture, Recovery.

### INTRODUÇÃO

O constante crescimento populacional demanda aumento por rede coletora e tratamento de esgoto sanitário, uma vez que há crescimento na geração do volume de efluente e no lodo das estações de tratamento. As



formas de realizar a disposição final do lodo são: adubo orgânico, jardinagem ou aterros sanitários, que é a prática mais comum (BEZERRA et al, 2006). Este cenário encaminha-se para uma escassez de opções ambientalmente correta, visto que a demanda de tratamento de esgoto aumenta, bem como áreas para criação de novos aterros sanitários estão se esgotando. Neste sentido, a alternativa de disposição de lodo de ETE em solo agrícola como fertilizante e recuperador, torna-se uma opção viável, pois possui um baixo investimento de implantação, além de dar destinação adequada para o lodo (ARAUJO, et al., 2022). Assim, com a aplicação do biossólido, termo utilizado por Andreoli et al. (2006) para o lodo de esgoto desidratado que possui características fertilizantes para a agricultura, consegue-se aproveitar um resíduo que normalmente é desperdiçado nos aterros sanitários, proporcionando uma economia com insumos agrícolas (ARAUJO, et al., 2022). Uma das alternativas utilizadas para melhorar a fertilidade e qualidade dos solos é o incremento de lodo proveniente de estações de tratamento de efluente (ETE), técnica também conhecida como biorremediação. Para poder utilizar esta tecnologia é necessário seguir os parâmetros determinados pela Resolução CONAMA N° 375/2006, que define critérios e procedimentos, para o uso agrícola desse lodo e seus produtos derivados. Seguindo os parâmetros propostos na Resolução CONAMA N° 375/2006, a utilização do lodo pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas (RAD) pela agricultura. A adição de lodo supre a falta de nutrientes e matéria orgânica no solo degradado, de forma a promover condições ideais para continuar com a larga escala de produção de alimentos, bem como faz a destinação adequada do lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes. Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da utilização de lodo proveniente do tratamento de efluente doméstico, seguindo as determinações da Resolução CONAMA N° 375/2006 para recuperação de áreas degradadas pela agricultura.

## METODOLOGIA

Para caracterizar os nutrientes do lodo de estação de tratamento de efluentes, bem como detalhar a identificação de nutrientes em solo agrícola degradado, bem como a mistura de lodo ao solo em estudo foi necessário seguir as etapas apresentadas no fluxograma abaixo (Figura 1). O incremento do lodo segue as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA N° 375/2006, para poder ser disposto em solo agrícola. As análises físico-químicas do experimento foram realizadas no laboratório Hidrobrasil - Poços Artesianos e Análises Ambientais. Na Figura 1 é possível visualizar o fluxograma das etapas que constituíram o desenvolvimento deste trabalho.

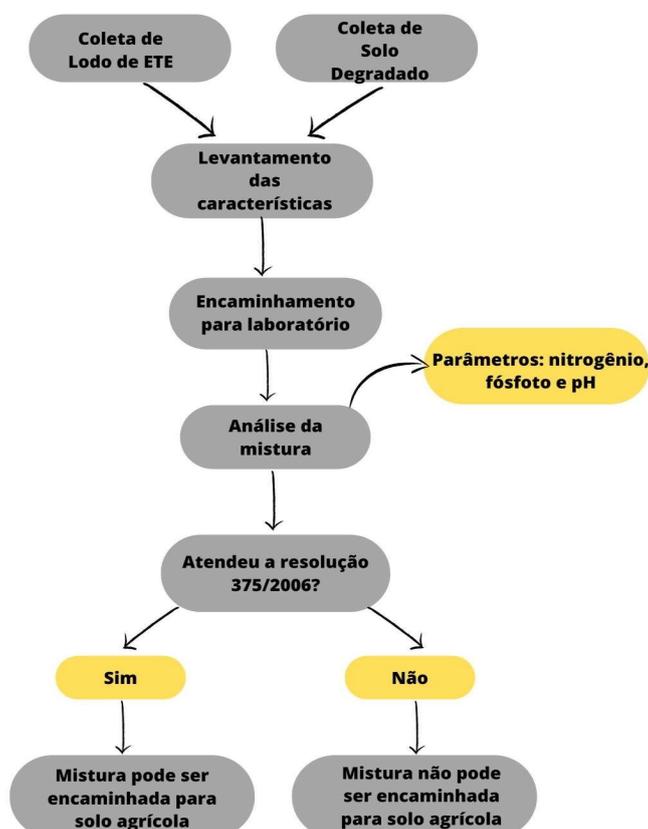
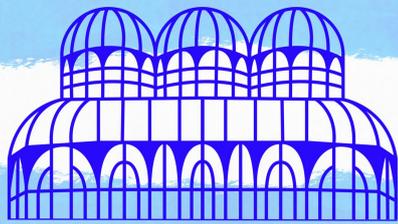


Figura 1 - Fluxograma do desenvolvimento do trabalho



Quanto ao lodo utilizado no experimento, foi proveniente de uma estação de tratamento de efluentes da região metropolitana de Porto Alegre, que se encontra composta por etapas físico-química, aeróbia e anaeróbia. O processo biológico aeróbio é conduzido por lodos ativados por aeração prolongada (fluxo contínuo) como pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios UASB.

O efluente bruto e industrial utilizado foi originado durante o processo de produção da farinha de soja e enviado para a ETE, onde recebeu o tratamento primário e anaeróbio. Este efluente é composto por cargas orgânicas, que foram enviadas para um decantador primário circular. O efluente foi destinado a um biodigestor anaeróbio acidogênico, para reduzir a sua carga orgânica. Após, o efluente passou por um reator tubular, que recebeu uma dosagem de NaOH (para correção de pH), de cloreto férrico e de polieletrólito, para causar a coagulação e floculação. O efluente foi então enviado para um decantador primário circular, onde por sedimentação, as substâncias floculadas se separam. Ao lodo do decantador foi adicionado o lodo sedimentado no decantador industrial e o excesso de biomassa do tratamento aeróbio, juntos eles foram acumulados em um tanque de estocagem para alimentação das centrífugas.

O banco de centrífugas é composto por seis delas em paralelo, a fim de concentrar e ajustar o teor de sólidos totais. A pasta concentrada, é utilizada como fertilizante orgânico composto, e armazenada em dois tanques de estocagem, de onde é retirada pelos caminhões de distribuição. O efluente clarificado do decantador circular seguiu para um segundo biodigestor anaeróbio acidogênico, que em paralelo alimenta três biodigestores anaeróbios metanogênicos com tecnologia tipo UASB.

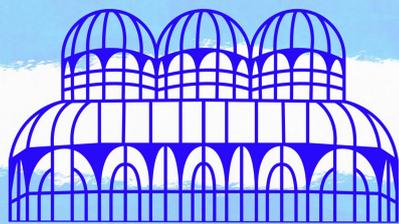
O biogás, que resulta do tratamento nos reatores metanogênicos, é constituído principalmente de metano, o qual é queimado nas caldeiras da unidade. O líquido dos reatores metanogênicos é direcionado para um tanque de desaeração e posteriormente para o decantador lamelar, onde são retirados os grânulos arrastados. O lodo do decantador passa por um processo de centrifugação, onde a pasta concentrada forma novamente o fertilizante orgânico, finalizando o tratamento anaeróbio. Após, o efluente passar pelo tratamento anaeróbio, é encaminhado para o aeróbio, na qual o sistema trabalha com lodos ativados. Este processo atua como biodegradadores, através da biomassa, até atingirem os padrões legais de lançamento, estabelecidos pela Licença de Operação emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM.

No tanque de aeração ocorre o desenvolvimento de uma colônia microbiológica de organismos aeróbios e facultativos, chamada de biomassa, a qual consumirá a matéria orgânica do efluente. A quantidade de biomassa é expressa como sólidos em suspensão no tanque de aeração (SSTA). Neste tanque através de um sistema de aeração por ar difuso é fornecido oxigênio, mantendo no mesmo uma concentração adequada de oxigênio dissolvido, necessário ao metabolismo dos microrganismos aeróbicos. Essa corrente é então enviada para um decantador secundário circular com o objetivo de separar a biomassa que consumiu a matéria orgânica do efluente, a qual se sedimenta no fundo do decantador, permitindo que o clarificado seja descartado como efluente tratado, no rio dos Sinos. A biomassa sedimentada, retorna aos tanques de aeração, e seu excesso é enviado ao banco de centrífugas para descarte garantindo o controle da idade do lodo.

O lodo de esgoto foi coletado diretamente na ETE, sendo armazenado em um recipiente plástico, totalizando aproximadamente cerca de 2 kg (Figura 2). Após retirada, ele foi acondicionado em um ambiente arejado e protegido de sol, chuva e afins, com o objetivo de desidratá-lo durante sete dias, até ser encaminhado ao laboratório para realizar a sua análise. No laboratório, realizou-se a análise total das suas características, porém os que foram abordados neste trabalho são os parâmetros: fósforo, nitrogênio e pH.



**Figura 2: Secagem do lodo de ETE**



# 7º CONRESOL

## 7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

Em relação à análise de pH, a sua leitura, da amostra de lodo, foi realizada utilizando-se o aparelho pHmetro Digimed. Usualmente utiliza-se uma quantidade de 10g de lodo diluída em 25 ml de água destilada. A mistura é agitada através de um eletrodo de vidro e deixada em repouso durante aproximadamente uma hora. Após este tempo, a mistura volta a ser agitada e confere-se à leitura do pH.

Para realizar a análise dos elementos fósforo, nitrogênio total e nitrogênio amoniacal utilizou-se a metodologia da EPA, registrada como SW846 e o método 6010C de 2007. Nesta metodologia é possível analisar os procedimentos e referências específicas para coleta, preservação e preparação de amostras, além de procedimentos instrumentais recomendados para calibração, limites de detecção e correção de interferências (CASSANI, BONIFÁCIO, 2012).

O solo utilizado para realizar o experimento foi proveniente da horta localizada na Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, localizada em Canoas/RS (Figura 3), na qual a sua criação foi pensada propriamente para realização de estudos dos universitários.



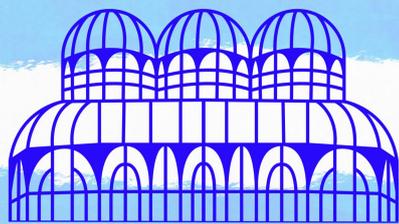
**Figura 3: área de estudo**  
Fonte: Google Maps (2022)

A área em que ocorreu a coleta do solo degradado pode ser visualizada na Figura 4. Nesta região costumava-se ter plantada culturas, entretanto com o uso exaustivo e processos naturais, como o de erosão, o solo degradou-se, assim não possuindo nutrientes suficientes para suprir as necessidades das plantas.



**Figura 4: área de coleta do solo**  
Fonte: Google Maps (2022).

O processo utilizado para fazer a coleta do solo degradado está descrito no Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e de SC (2016). A ferramenta trado amostrador de solo foi utilizada, visto que o solo em questão estava bastante rígido, dificultando a sua remoção. Contudo, para facilitar a coleta do solo, deve-se garantir que a superfície da área esteja limpa, ou seja, que não possua nenhuma folha, pedra, ramo e colmos, a fim de evitar que haja raspagem da camada superficial do solo. Cada camada de solo corresponde a um método de plantio, conforme é apresentado na Tabela 1.



**Tabela 1 - Relação da camada com o tipo de cultura**

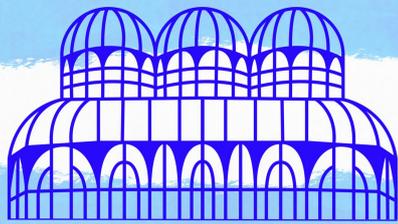
Culturas	Sistema de cultivo/condição	Camada de solo (cm)	Amostrador
Grãos	-Com revolvimento do solo ou para implantação do sistema plantio direto	0 a 20	Todos
	-Plantio direto consolidado	0 a 10 e 10 a 20 <sup>(1)</sup>	Pá-de-corte ou trado calador no sentido transversal às linhas de adubação <sup>(2)</sup>
Forrageiras	-Cultivos anuais com revolvimento do solo ou para implantação de espécies perenes e do sistema do plantio direto	0 a 20	Todos
	-Campo natural ou espécies anuais em sistema de plantio direto consolidado	0 a 10 e 10 a 20 <sup>(1)</sup>	Todos; Pá-de-corte ou trado calador no sentido transversal às linhas de adubação <sup>(2)</sup>
Hortaliças, tubérculos, raízes aromáticas, medicinais, condimentares, ornamentais e outras culturas comerciais	Com revolvimento do solo	0 a 20 <sup>(3)</sup>	Todos
Frutíferas e florestais	Instalação das mudas;	0 a 20 <sup>(3)</sup>	Todos
	Produção das frutíferas	0 a 20	Todos

**Fonte:** Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e de SC (2016).

Seguindo a classificação especificada na Tabela 1, este estudo utilizou a camada de 0 - 20cm, uma vez que o objetivo do trabalho foi recuperar o solo degradado para um sistema de cultivo com revolvimento do solo ou para a implantação do sistema de plantio direto. Após realizar a coleta de aproximadamente 2 kg, o solo foi depositado em um recipiente de plástico e encaminhado para um ambiente livre de qualquer intempérie, onde permaneceu durante dois dias e, posteriormente, enviado ao laboratório Hidrobrasil para realizar a análise dos parâmetros: nitrogênio, fósforo, pH e CTC (Capacidade de Troca Catiônica). Os métodos utilizados pelo laboratório para realizar as análises dos parâmetros descritos foram os Embrapa - 2ª edição, 2011, para CTC, SMWW - Método 4500 B4 - E, para fósforo, PE 025 para nitrogênio total, e Embrapa - 3ª edição, 2017 e SMWW - Método 4500 H+ B para verificação do pH. As Figuras 5 e 6 indicam os locais na qual retirou-se as amostras do solo para realização da análise.



**Figura 5: a - Ponto 01; b – Ponto 02 de coleta do solo degradado**



**Figura 6: a - Ponto 03; b - Ponto 04 de coleta do solo degradado**

Após realizar a coleta de quatro pontos de solo, realizou-se a homogeneização do solo coletado, fazendo a sua mistura. Assim que ele foi homogeneizado, separou-se 1kg de amostra para fazer a mistura com o lodo e 1kg dele puro, para serem encaminhados para análise. Na Figura 7 apresenta-se a homogeneização do solo.



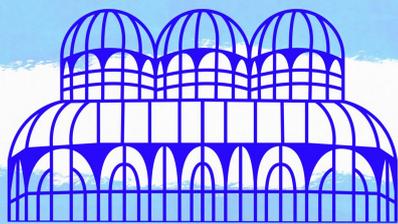
**Figura 7: Solo Homogeneizado**

Após realizar a coleta do solo degradado e do lodo de ETE, ambos foram acondicionados a condições ideais para manter sua característica original. A secagem do lodo perdurou por sete dias e a do solo, apenas um, visto que já se encontrava em condições ideais para o estudo.

Nesse processo realizou-se a mistura das amostras, numa proporção de 80% de solo degradado para 20% de lodo, fazendo a homogeneização da mistura, totalizando aproximadamente 1kg, ou seja, 800g de solo e 200g de lodo. A mistura solo-lodo foi determinada de acordo com a Resolução CONAMA N° 375/2006, onde prevê que a mistura solo-lodo não ultrapasse o limite do pH de 7,0 UpH, bem como as cargas acumuladas teóricas de substâncias inorgânicas permitidas para aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas. Após realizar a homogeneização, a amostra ficou em descanso durante três dias, até ser direcionada para fazer as análises no laboratório Hidrobrasil, na qual foram avaliados os parâmetros de fósforo, nitrogênio total, pH e CTC.

## RESULTADOS

O lodo foi retirado de uma profundidade de 0 - 20 cm, com condições atmosféricas consideradas nubladas. Apresentou umidade de 94,4%, e temperatura de 13,5°C. No Quadro 1 é possível visualizar os valores dos parâmetros encontrados no lodo.



**Quadro 1 - Característica do lodo de ETE**

Características do Lodo de ETE			
Parâmetros	Valor	Unidade	Faixa Aceitável
pH	7,26	UpH	0,01
Umidade	94,40	%	0,10
Alumínio	4326,00	mg/kg	74,00
Arsênio	< 22,00	mg/kg	22,00
Bário	308,00	mg/kg	74,00
Boro	< 149,00	mg/kg	149,00
Cádmio	< 3,70	mg/kg	3,70
Carbono Orgânico Total	30,00	mg/kg	0,25
Chumbo	10,00	mg/kg	7,40
Cianeto	434,00	mg/kg	312,50
Cobalto	< 7,40	mg/kg	7,40
Cobre	120,00	mg/kg	22,00
Cromo Hexavalente	< 31,00	mg/kg	31,00
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	< 1,00	Oocistos/L	-
<i>Escherichia coli</i>	188,00	NMP/g ST	4,40
Estanho	< 37,00	mg/kg	37,00
Fenóis Totais	< 0,465	mg/kg	0,47
Fluoreto	< 75,00	mg/kg	75,00
Fósforo	< 381,00	mg/kg	381,30
Cistos de <i>Giardia</i>	1,00	Oocistos/L	-
Lítio	< 7,4	mg/kg	7,40
Manganês	575,00	mg/kg	7,40
Merúrio	< 1,50	mg/kg	1,50
Molibdênio	< 7,49	mg/kg	7,40
Níquel	9,20	mg/kg	7,40
Nitrogênio Amoniacal	547,00	mg/kg	26,50
Nitrogênio Total	37964,00	mg/kg	10,00
Óleo Mineral	< 0,80	mg/kg	0,80
Óleos Vegetais e Gorduras Animais	< 0,80	mg/kg	0,80
Ovos Viáveis de Helmitos	< 0,10	ovos/4g de ST	1,00
Prata	< 3,70	mg/kg	3,70
Selênio	< 30,00	mg/kg	30,00
Sulfeto	364,00	mg/kg	23,00
Vanádio	14,00	mg/kg	7,40
Zinco	413,00	mg/kg	37,00

**Fonte:** Adaptado de uma empresa da região metropolitana de Porto Alegre (2022)

Além de adubos orgânicos, o lodo de ETE, é fornecedor de nutrientes para as plantas e contribuem para o acúmulo de matéria orgânica (MO). Este aumento de MO favorece a atividade biológica e a agregação do solo, onde aumenta a sua estrutura, aeração e a infiltração de água. Entretanto, como a quantidade de nutrientes em adubação orgânica é baixa, necessita-se aumentar a dosagem utilizada, mas para tal, deve-se utilizar os critérios estabelecidos pela CONAMA N° 375/2006, que prevê a quantidade máxima permitida em kg/ha. A quantidade permitida para aplicação no solo agrícola foi de 20% do peso do solo.

O resultado obtido na análise do lodo de ETE para ovos viáveis de helmintos foi de  $< 0,10$  ovo/g ST, logo tem-se um lodo de esgoto ou produto derivado do tipo A. Foram registrados os valores das análises dos parâmetros de CTC (3,79 cmolc/kg), Nitrogênio (93,24 mg/kg), Fósforo (339,73 mg/kg) e pH (6,82 UpH).

Com a coleta do solo degradado e do lodo de ETE foi possível realizar a mistura entre ambos. Após realizar a homogeneização entre as amostras verificou-se os valores dos parâmetros de CTC, fósforo e nitrogênio com adição de lodo, sendo possível efetuar a comparação com o solo sem esta adição. Os valores obtidos podem ser visualizados no Quadro 2.

**Quadro 2 - Características do solo com adição de lodo**

Parâmetros	Valor com aplicação	Valor sem aplicação	Unidade
CTC	5,6595	3,7963	cmolc/kg
Nitrogênio	205,77	93,24	mg/kg
Fósforo	550,25	339,73	mg/kg
pH	7,19	6,82	UpH

O lodo de ETE é rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e micronutrientes, bem como possui níveis altos de matéria orgânica. Estes elementos são favoráveis as plantas, visto que os necessitam para desenvolverem-se. O lodo possui cerca de 99,9% de água e 0,01% de sólidos, sendo que 70% desse sólido é de origem orgânica (carboidratos, proteínas, gorduras etc.) e 30% inorgânicos (metais, areia, sais etc.). Há necessidade de haver tratamento para remoção desses elementos, para que o lodo possa ser utilizado como um adubo orgânico e assim diminuir a quantidade de fertilizantes químicos (BARBOSA; FILHO, 2006). Assim sendo, o lodo estudado necessita de tratamentos paralelos para remoção destes elementos, visto que no experimento utilizou-se o lodo em seu formato natural, sem tratamentos. É possível verificar, que as substâncias inorgânicas encontradas na análise do lodo estão dentro da concentração máxima estabelecida na Resolução N° CONAMA 375/2006.

De acordo com o Mendes (2007), a faixa do teor de nitrogênio numa amostra seca está entre 2,0 dag/kg e 3,5 dag/kg (20.000 mg/kg - 35.000 mg/kg). Para o macronutriente fósforo a faixa é menor, variando de 0,12 dag/kg e 0,22 dag/kg (1.200 mg/kg - 2.200 mg/kg). Desta forma é possível determinar um solo precário. Os resultados da amostra indicam um solo com baixo teor de macronutrientes, nitrogênio e fósforo, e um pH aceitável, logo possuindo uma CTC baixa, quanto a produtividade agrícola.

Barbosa e Filho (2006) apresentaram resultados favoráveis ao crescimento de gramíneas, bem como o aumento de produção das culturas de milho, cana de açúcar, trigo, sorgo, frutíferas e espécies florestais. A adição do lodo tratado nessas áreas, proporcionou o aumento de produtividade e recuperação.

De acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do RS e SC (2016) é importante o uso de adubos orgânicos, como o lodo de ETE, em culturas. A adição deste bio-sólido de forma contínua melhora a qualidade do solo em médio/longo prazo, isto devido às mudanças físicas, como porosidade, infiltração e capacidade de retenção de água.

Conforme apresentado pelo Manual Internacional de Fertilidade do Solo (1998), o parâmetro de CTC é um dos definidores da qualidade e fertilidade do solo. Com as análises dos parâmetros foi possível verificar o aumento deste parâmetro, entretanto, ainda não atingiu o limite desejável, ou seja, ainda sendo um solo de qualidade ruim. Desta forma, para alcançar os padrões necessários, é necessário aumentar a quantidade de lodo aplicado no solo, ou realizar mais aplicações durante um período determinado, a fim de buscar a qualidade necessária para um solo fértil.

## CONCLUSÕES

O delineamento do cenário do saneamento básico, principalmente em relação ao aumento da rede coletora de esgotamento sanitário, apresenta um crescimento da geração de lodo de ETE. A destinação do lodo de ETE para áreas degradadas é de grande importância, visto que as áreas na qual se destinam o lodo, conhecidas como aterro sanitário, estão se esgotando. Dessa forma encontra-se uma solução ambientalmente sustentável e adequada.

Os parâmetros CTC, fósforo, nitrogênio e pH são essenciais para caracterizar um solo e assim selecionar a melhor as culturas que serão desenvolvidas. Com as análises foi possível verificar a diferença entre a amostra do solo crua, em seu estado natural, e a amostra do solo com a aplicação do lodo, onde obteve-se valores mais altos dos parâmetros analisados.



De acordo com o parâmetro Ovos Viáveis de Helminthos, o lodo utilizado no estudo respeita as diretrizes descritas na Resolução CONAMA N° 375/2006 para aplicação em solo agrícola. Entretanto, se faz necessário que seja realizados tratamentos paralelos para remoção de patógenos.

A partir dos resultados registrados neste estudo, indica-se uma alternativa ambientalmente e sustentável para disposição final do lodo. Contudo, se faz necessário continuar a pesquisa, principalmente, para proceder a remoção de patógenos encontrados no lodo, visto que foram analisados somente os parâmetros de nitrogênio, fósforo, pH e CTC. Considerando apenas estes fatores, a adição do lodo ao solo cumpriu o seu objetivo de aumentar os macronutrientes do solo, a fim de recuperar a área degradada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andreoli, C. V.; Tamanin, C.R.; Holsbach, B.; Pegorini, E.S.; Neves, P.S. Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal. **In:** Biossólidos: alternativas de uso de resíduos do saneamento. Rio de Janeiro: Abes, 2006. 417p.
2. Araujo, V. dos S. Lodo de esgoto e suas potencialidades agrícolas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p: e14711326200, 2022.
3. Barbosa G. M. de C.; Filho, J, T. Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 565-580, out./dez. 2006.
4. Bezerra, F. B. et al. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 469–476, mar. 2006.
5. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n° 375 , de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/livros/MANUAL%20INTERNACIONAL%20DA%20FERTILIDADE%20DO%20SOLO.pdf](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=22347#:~:text=RESOLUÇÃO%20No%20375%2C%20DE%2029,derivados%2C%20e%20dá%20outras%20providências. Acesso em: 13 dez. 2023</a></li><li>6. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. [s.l: s.n.], 2a edição, revisada e ampliada, 1998. Disponível em: <a href=) Acesso em: 13 dez. 2023
7. Mendes, A. M. S. Introdução a fertilidade do solo. **In:** CURSO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2007, Barreiras: MAPA; SFA-BA: Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos-UEP Recife, 2007. 1 CD-ROM., 2007.