



## II-272 -RECICLAGEM DO LODO DE ESGOTO SANITÁRIO PARA BIODSÓLIDO ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM COM A TECNOLOGIA GORE COVER

**Deise Mariano Kempner** <sup>(1)</sup>

Tecnóloga em Gestão Ambiental (SENAC), cursando Pós-Graduação em Engenharia Sanitária Master (PUC Minas) e cursando MBA em Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Sistemas de Esgotos Sanitários (SES). Supervisora de estação na Companhia Águas de Joinville.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: R. XV de Novembro, 3950 - Glória, Joinville - SC, 89216-202 - Brasil – Tel.: (47) 999516091 – E-mail: deise.kempner@aguasdejoinville.com.br

### RESUMO

No processo de tratamento de esgoto gera-se o lodo secundário, este é formado principalmente por matéria orgânica, substâncias químicas e microrganismos. O lodo de esgoto é considerado um resíduo sólido de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, possui características que o tornam atrativo para reciclagem, entre elas a concentração de matéria orgânica e nutrientes. Dentre os processos de reciclagem está a compostagem com tecnologia *Gore Cover*, essa tecnologia reduz em 97% a ocorrência de odores indesejados e não necessita do revolvimento convencional nas leiras. O setor do saneamento básico e o setor da produção de fertilizantes, possuem metas audaciosas e a interação entre os dois setores podem trazer soluções para ambos, o lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto (ETE) pode entrar como matéria prima na produção de fertilizantes orgânicos. A Companhia Águas de Joinville- SC, em busca de tecnologias para reciclar o lodo gerado em suas estações iniciou esse projeto em setembro de 2021. O projeto contou com a contribuição da empresa Adobe e da empresa Composul, sendo a empresa Composul a unidade de gerenciamento de lodo (UGL). No período de setembro 2021 até fevereiro 2023, foram enviadas 1.414 toneladas de lodo de esgoto sanitário gerados na ETE Jarivatuba para a compostagem, representando 18% da destinação e gerado em torno de 420 toneladas de biossólido. Foram realizadas as análises para avaliação de perfil agrônomo, qualidade microbiológica e substâncias químicas de acordo com as especificações da CONAMA 498/2020 e de acordo com os limites do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA. Os resultados do potencial agrônomo nos quatro lotes iniciais gerados, em média foram: Matéria Orgânica: 79,90%; Carbono Orgânico 35,71%; Capacidade de Retenção de Água 224,63%; Capacidade de Troca Catiônica 463,01mmol/kg; Nitrogênio total 2,15%; Fósforo total 2,17% e Potássio 0,66%. Os lotes atenderam a qualidade microbiológica e os limites especificados para metais. A utilização do fertilizante orgânico melhora qualidade do solo, capacidade de retenção de água, fornece nutrientes e micronutrientes, melhora a disponibilidade desses e a liberação no solo, melhora a porosidade e a combinação com o fertilizante mineral pode reduzir em até 30% a utilização do fertilizante mineral. O lodo de esgoto sanitário se mostrou uma matéria prima promissora na produção de fertilizantes orgânicos, parte do resíduo CLASSE II A não inerte gerado na ETE Jarivatuba foi transformada em Fertilizante Orgânico composto Classe B.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo de esgoto, Compostagem, Biossólido, Fertilizante Orgânico.

### INTRODUÇÃO

O tratamento de esgotos sanitários remove a matéria orgânica, nutrientes, microrganismos, das águas residuárias possibilitando o lançamento adequado do efluente tratado aos corpos d'água. Durante o tratamento de esgoto é gerado o lodo como subproduto, sendo o lodo primário e secundário. O lodo primário é formado por resíduos grosseiros removidos no pré-tratamento e tratamento primário. O lodo secundário é gerado nos tanques biológicos, composto principalmente por microrganismos que absorveram e degradaram a matéria orgânica e uma fração inorgânica (VON SPERLING, 2014). O lodo secundário representa a maior quantidade de geração, sendo o objeto desse trabalho.

De acordo com NBR 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) o lodo secundário gerado na estação de tratamento de esgoto é considerado um resíduo sólido. Os resíduos sólidos de acordo com essa normativa, são classificados em Classe I, resíduos perigosos e resíduos Classe II não perigosos. O lodo secundário gerado nas estações de tratamento é classificado com Classe II A- Não inerte, pois não são classificados segundo os critérios de patogenicidade.

Esse resíduo sólido em muitos casos é tratado como um rejeito, onde é disposto em aterros sem a opção de reciclagem e valorização. A Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei 12.305/2010 (PNRS) define que rejeitos são: “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”. (BRASIL, 2010). Dentre os objetivos da PNRS está a reciclagem de resíduos, visando reduzir a disposição de resíduos em aterros.

Com o avanço do saneamento no Brasil estima-se que a geração de lodo irá aumentar significativamente e nesse momento as companhias de saneamento estão em busca de novas alternativas para reciclar o lodo e valorar esse resíduo. A opção de reciclar, prolonga a vida útil dos aterros que provavelmente não serão capazes de receber todo o volume de lodo que será gerado nos próximos anos, também contribui com a redução de custos na agricultura, reduz a emissão de CO<sup>2</sup> e contribui com a Economia Circular.

O lodo de esgoto sanitário possui características que o tornam atrativo para a reciclagem, dentre elas: é uma fonte de matéria orgânica, de nutrientes como Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e micronutrientes entre eles: Zinco, Cobre, Ferro (COELHO, 2019).

Dentre as técnicas para a reciclagem de lodo está a compostagem, esta é um processo de decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias e termofílicas, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram origem. (BRASIL, 2017; BELTRAME, 2020).

O composto orgânico gerado, chamado de biossólido pode ser classificado como fertilizante orgânico possuindo o registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento ou ser utilizado como biossólido atendendo os critérios da CONAMA 498/2020.

Dois setores estão com metas estabelecidas que visam a melhora na qualidade de vida, a segurança da saúde e precisam de soluções para reduzir seus custos e manter o meio ambiente e econômico equilibrado, são eles o setor do saneamento e setor de produção de fertilizantes. Para o setor do saneamento o desafio é encontrar novas soluções economicamente viável para reaproveitar e reciclar o lodo gerado nas estações e para o setor do fertilizante o desafio é ter a disponibilidade de matéria-prima para a produção. A colaboração e alinhamento entre esses dois setores pode trazer soluções para ambos, o lodo de esgoto pode ser utilizado como matéria prima na produção de fertilizantes orgânicos.

Em março de 2022 foi publicado o decreto do Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) que visa reduzir a importação de fertilizantes que atualmente representa 85 % e a expectativa é reduzir para 45% até 2050, trazendo segurança na produção de alimentos. O Plano apresenta oportunidades para os fertilizantes orgânicos, pois possibilita a competição de diferentes fontes e origens de matérias-primas, sendo o lodo de esgoto sanitário um potencial a ser considerado.

De acordo com Oliveira 2002 apud Agro revenda, se utilizado o biossólido como fertilizante orgânico por três anos consecutivos pode se reduzir até 50% a utilização de fertilizante mineral e a curto prazo a combinação dois tipos de fertilizantes: mineral e composto-fertilizante orgânico ao longo de um ano pode reduzir o custo com fertilizante mineral em até 30%.

A Companhia Águas de Joinville, localizada em Joinville-Santa Catarina responsável pelo tratamento de água e esgoto sanitário da cidade, está em busca de técnicas para reciclar o lodo gerado nas ETES. Dentre as possibilidades encontradas foi a compostagem com tecnologia Gore Cover. Essa se difere das demais técnicas de compostagem pela utilização de membranas semipermeáveis em leiras estáticas juntamente com aeração forçada, monitoramento constante de temperatura e oxigênio, não sendo necessário revolvimento do resíduo sólido nas leiras, com grande diferença para a não geração de odores desagradáveis e não proliferação de vetores. A utilização das membranas Gore Cover retém até 97% de odores indesejados e impossibilita a

proliferação de vetores. Esse projeto foi desenvolvido com o lodo de esgoto da ETE (estação de tratamento de esgoto) Jarivatuba.

## **OBJETIVO**

Objetivo desse projeto foi a reciclagem lodo de esgoto sanitário através do sistema de compostagem com tecnologia Gore Cover e valoração do resíduo.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e aplicação em escala real. As legislações vigentes para a compostagem, bem como limites de contaminantes e normativas são:

- A Instrução Normativa 61 de 8 de julho de 2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura;
- A Instrução normativa SDA 07/2016 do MAPA, que estabelece limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo;
- A CONAMA 498 de 19 de agosto de 2020 que define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos;
- A resolução CONAMA 481/2017 estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.
- O produto derivado de lodo de esgoto sanitários que possui registro no MAPA não se aplica a CONAMA 498/2020 e sim as instruções normativas do MAPA.

Para a realização em escala real foi necessária uma interação em busca de novas alternativas, entre a Companhia Águas de Joinville, a empresa Adobe, responsável pela destinação do lodo e a empresa Composul. A empresa Composul localizada em Içara-SC realiza a compostagem com a tecnologia Gore Cover.

Após análise das legislações vigentes, o experimento em escala real iniciou em setembro de 2021, destinando o lodo gerado na ETE Jarivatuba para compostagem Gore Cover. Assim como nas demais técnicas a estabilização da matéria orgânica é realizada pela atividade de microrganismos, os principais grupos envolvidos na compostagem são as bactérias e fungos. O processo de estabilização acontece em três etapas principais: a primeira fase intensiva, segunda fase intensiva e humificação/maturação.

No processo de compostagem com tecnologia Gore Cover, o lodo foi recebido em local coberto, na sequência foi adicionado podas de árvores, pó de serra e casca de arroz como material estruturante conforme figura 1a. O lodo após misturado com esses resíduos foi disposto na leira com o sistema de aeração forçada já montado, conforme figura 1b e 1c, coberto com as membranas da tecnologia *Gore Cover* e instalado as sondas de monitoramento de temperatura e oxigênio conforme figura 1d, 1e. As membranas *Gore Cover* possuem três camadas, essas retêm odor, material particulado, impedem a entrada de água de chuva na leira, mas permitem a liberação de CO<sup>2</sup>. Nessa etapa foi iniciada a primeira fase intensiva. Na figura 1f é o sistema que fornece oxigênio.



**Figura 1: a) leira vazia b) lodo com material estruturante sendo colocado na leira c) leira já fechada e coberta com as membranas semipermeáveis, d) sensores de temperatura e oxigênio e) sistema de aeração.**

Com a leira fechada e o sistema montado inicia a degradação da matéria orgânica e compostos. No início há um forte crescimento dos microrganismos mesófilos (que se desenvolvem entre 15° C e 43°C), com a elevação gradativa da temperatura, resultante do processo de biodegradação, a população de mesófilos diminui e os microrganismos termófilos proliferam com mais intensidade (40°C e 85°C). A população termófila é extremamente ativa, provocando intensa e rápida degradação da matéria orgânica e maior elevação da temperatura, o que elimina os microrganismos patogênicos (FERNANDES E DA SILVA (1996) apud BERGI, 2018).

A primeira fase intensiva durou em média 28 dias, na sequência o material foi transferido para a segunda etapa intensiva de bioestabilização. Na segunda etapa também se manteve o sistema de aeração forçada para oxigenação na leira. Essa fase teve duração variada conforme os lotes, devido a umidade do composto, permanecendo em média quinze dias nessa fase.

Após a segunda fase intensiva o composto foi para peneiramento e maturação. A fase de maturação/humificação inicia quando o substrato orgânico estiver sua maior parte transformado, a temperatura diminui, a população termófila se restringe, a atividade biológica global se reduz de maneira significativa e os mesófilos se instalam novamente (15°C e 43°C). Ao final do processo de humificação o composto é considerado curado e atinge temperatura em torno de 20°C (FERNANDES E DA SILVA (1996) apud BERGI, 2018). Essa etapa teve duração de 15 a 60 dias.

Para que esse ciclo da compostagem apresente bom desempenho é necessário manter condições favoráveis para o processo. Com níveis adequados de oxigênio, umidade, relação C/N, tamanho de partículas, pH, as leiras de compostagem podem atingir temperaturas de 65°C e até mais elevadas.

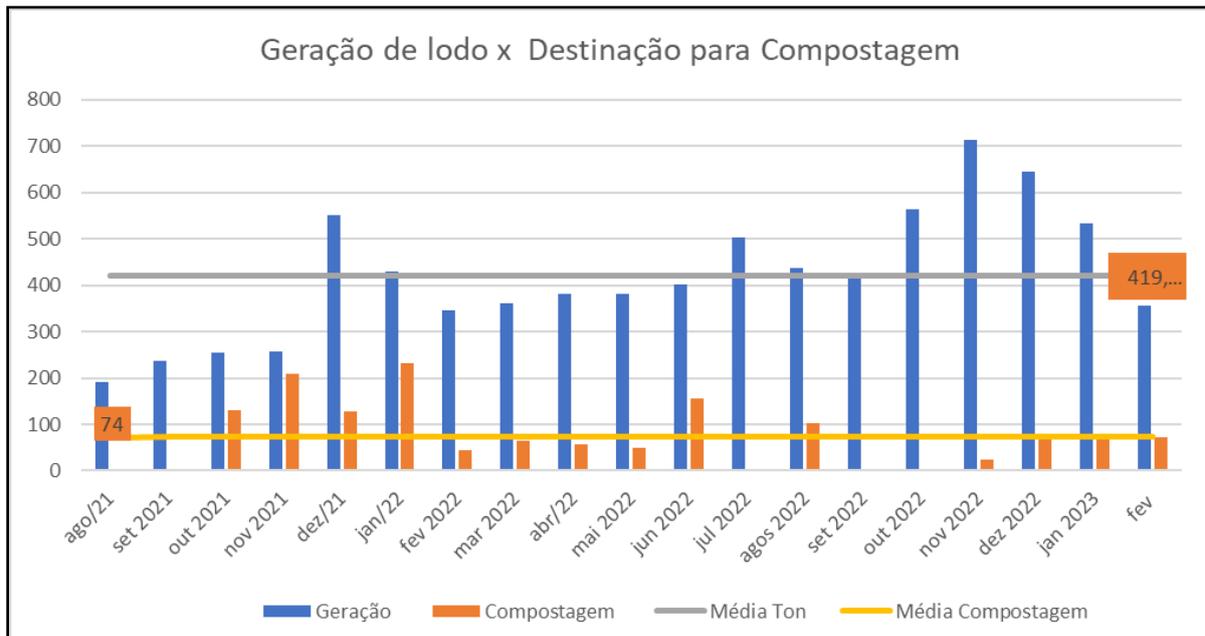
A temperatura é um fator indicativo de equilíbrio do processo, depois de iniciada a fase termófila (em torno de 45°C), o ideal é controlar a temperatura entre 55 e 65°C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica. Acima de 65°C a atividade microbiológica cai e o ciclo de compostagem fica mais longo (FERNANDES E DA SILVA apud BERGI, 2018).

O oxigênio deve ser mantido acima de 10% para que os microrganismos anaeróbios não excedam os aeróbios; a umidade deve ser mantida na faixa de 40% a 60% nas leiras, pois dissipa o calor e serve de meio para o transporte de nutrientes.

O lodo de esgoto possui pouca porosidade, sendo necessário a adição de material estruturante para fornecer a porosidade da massa e para corrigir a relação C/N, segundo a literatura essa relação deve ser em torno de 30:1. A porosidade na massa é importante para que oxigênio circule na leira, não ocasionando zonas anaeróbias.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

De setembro 2021 a fevereiro de 2023 foram geradas na ETE Jarivatuba 7.941 toneladas de lodo secundário já desidratado, com média mensal de 419 Toneladas e com média mensal de 74 toneladas de destinação para a compostagem. Na figura 02 abaixo foi relacionado a geração de lodo e a quantidade destinada para a compostagem.



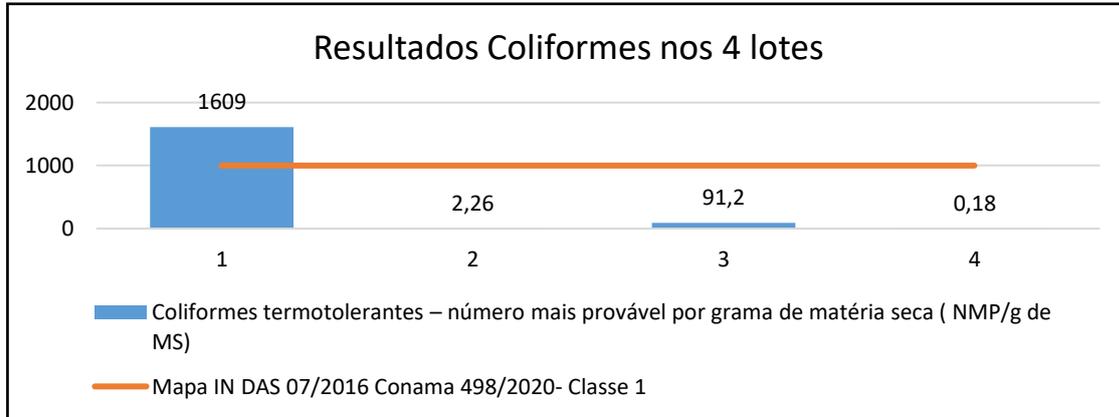
**Figura 02:Geração de lodo na ETE Jarivatuba x Destinação para Compostagem**

Nesse período de avaliação, a compostagem representou 18% da destinação, ainda com potencial para elevar esses números. Anteriormente a esse projeto a CAJ realizava a destinação 100% sem valorização, foi identificado uma oportunidade e necessidade de melhoria com o início de operação da ETE Jarivatuba, onde possibilitou que o lodo considerado um resíduo entrasse como matéria-prima em outro ciclo de produção. Foram destinadas 1.414 toneladas para a compostagem e transformadas em aproximadamente 420 toneladas de biossólido.

Quando foi iniciado esse processo foi utilizado como referência a CONAMA 498/2020 e a CONAMA 481/2017 e visando atender as determinações do MAPA, pois o objetivo era obter a certificação do biossólido como fertilizante orgânico.

A CONAMA 498/2020 determina que para a utilização do biossólido é necessário realizar a caracterização contendo os seguintes aspectos: I - potencial agrônômico; II - redução de atratividade de vetores; III - substâncias químicas; e IV - qualidade microbiológica. E os limites determinados nas instruções normativas do MAPA quando o composto orgânico possuir a certificação. Para a higienização e atendimento dos limites de coliformes as CONAMA 498/2020 e 481/2017 especificam critérios para sistemas de compostagem de leira fechada: deve atingir a temperatura >60° C por 3 dias e a leitura da temperatura deve ser medida e registrada ao menos uma vez por dia durante o período mínimo de higienização durante o processo; 3 dias a 55°C no mínimo; temperatura deve ser mantida acima de 40 °C por, pelo menos, 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45 °C.

Na unidade de compostagem o monitoramento de temperatura e oxigênio foram realizados online, permitindo o controle de todos os lotes. Os lotes atenderam ao especificado para temperatura, podendo ser relacionado a eficiência da temperatura através da higienização. Na figura 03 abaixo foram transcritos os resultados referentes a coliformes obtidos em quatro lotes, juntamente com os limites estabelecidos pela CONAMA 498/2020 e o limite do MAPA.



**Figura 03: Gráfico com os resultados de coliformes nos 4 lotes iniciais comparando com a legislação vigente**

Conforme demonstrado na figura 03 os coliformes termotolerantes atingiram os limites especificados. Ovos viáveis de helmintos- número por quatro gramas de sólidos totais (n° em 4g ST) Salmonella sp também atingiram os limites especificados apresentando resultados abaixo do limite de detecção do laboratório

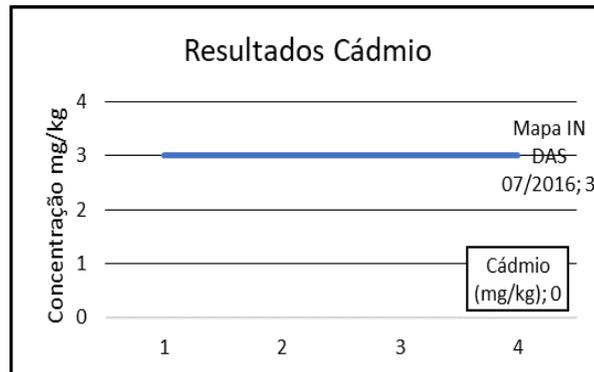
Em relação aos metais a CONAMA 498/2020 classifica em classe I e Classe II de acordo com a concentração presente e essa concentração irá determinar a quantidade a ser aplicada em solo. O MAPA determina critérios para restritos, por esse motivo utilizado os critérios da Instrução Normativa 07/2016 para comparação com os resultados obtidos nos lotes. Nas figuras 04, 05, 06 e 07 foram transpostos os resultados dos metais considerados pesados: chumbo, arsênio, cádmio, cromo e níquel. Esses trazem efeito acumulativo no organismo humano e de animais quando presentes em grandes quantidades.



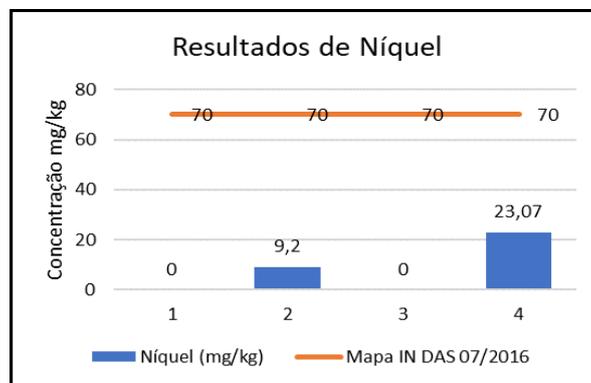
**Figura 04: Resultados obtidos para Chumbo**



**Figura 05: Resultados obtidos para Arsênio**



**Figura 06: Resultados obtidos para Cádmio**



**Figura 07: Resultados Obtidos para Níquel**

Os metais, em especial os metais pesados como Chumbo, Arsênio, Cádmio, e Níquel apresentaram resultados abaixo do especificado pela legislação, os demais metais também foram analisados e apresentaram valores abaixo do limite.

O potencial agrônômico também foi analisado conforme parâmetros estabelecidos e transcritos na tabela 01 apenas os principais parâmetros. Foi realizado uma média entre os valores obtidos nos 4 lotes iniciais gerados e comparado com o lote 7 2020 da empresa Tera ambiental.

**Tabela 01: Parâmetros e resultados do potencial agrônômico**

Parâmetros	Média dos 4 lotes gerados	Lote 7-2020 Tera Ambiental
<b>Nitrogênio Total %</b>	2,155	1,7
<b>Fósforo Total %</b>	2,17	4,1
<b>Relação C/N</b>	16	11
<b>Potássio (%)</b>	0,66	1,2
Carbono- Orgânico (%)	35,71	18,8
Capacidade de Troca Catiônica (mmol/kg)	463,01	360
Capacidade de retenção de Água %	224,63	94

As características dos fertilizantes orgânicos que utilizam o lodo de esgoto dependem das características do esgoto, se é acrescido matérias primas com a finalidade de enriquecer o fertilizante. Nesse caso a certificação do fertilizante orgânico composto Classe B garanti um produto com seguintes parâmetros: pH igual a 6, Capacidade de Troca Catiônica: 300 mmol/Kg, Carbono orgânico 25%, relação Carbono/Nitrogênio 20, Nitrogênio total 1%, umidade 40%.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A qualidade do biossólido e segurança para a sua utilização é medida pelos parâmetros determinados pela CONAMA 498/2020 e pela instrução normativa 61 do MAPA.

A CONAMA 498/2020 determina que para o composto orgânico ser classificado como classe A deve atingir os coliformes até  $10^3$  de NMP/MS e como classe B até  $10^6$ . O MAPA determina que seja até 1000 de NMP/MS. Os lotes gerados durante o período apresentaram significativa redução de patógenos, atingindo os limites determinados pelo MAPA e pela CONAMA 498/2020. Esses lotes expostos nesse artigo foram enquadrados pela CONAMA 498/2020, sendo 3 lotes como Classe A.

Em relação aos metais e substâncias químicas os lotes apresentaram resultados muito abaixo dos limites especificados.

Analisando os resultados encontrados do potencial agrônômico e com base na literatura identifica-se que o composto orgânico e o fertilizante orgânico não devem ser comparados com o fertilizante mineral. As características do fertilizante mineral é a concentração de nutrientes, as características do fertilizante orgânico é a concentração de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica (CTC), capacidade de retenção de água, substâncias húmicas e a presença de nutrientes, realizando uma adubação orgânica no solo.

De acordo com Silva 2021 a capacidade de troca catiônica (CTC) é uma das propriedades químicas mais importantes do solo, pois é responsável pela retenção de cátions nutrientes das plantas, tais como cálcio, magnésio e potássio, os quais ficam adsorvidos nos sítios de carga negativa dos colóides minerais e orgânicos do solo. Em complemento a informação de Silva 2021, Ronquim 2010 explica que a capacidade de troca iônica dos solos representa a capacidade de liberação de vários nutrientes de forma gradativa, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes. O aumento da CTC e da capacidade de retenção de água é um dos grandes benefícios da adubação orgânica.

Para critério apenas de conhecimento e para identificar o potencial da biossólido obtido, foi realizado uma comparação com um dos fertilizantes orgânicos comercializados pela empresa Tera. Analisa-se que os valores obtidos para a CTC nos quatro lotes iniciais estão próximo ao fertilizante orgânico já comercializado. O Fósforo e Potássio quando comparados com o lote da empresa Tera Ambiental apresentaram menores concentração, já a capacidade de retenção de água e o Carbono Orgânico na média apresentaram melhores resultados. Esses nutrientes assim como os micronutrientes são essenciais para o desenvolvimento vegetal.

O biossólido pode aumentar a produtividade agrícola e a recuperação de áreas degradadas, pois com sua aplicação, o solo irá possuir maior capacidade de retenção de nutrientes, melhora na porosidade aumento no desenvolvimento de microrganismos benéficos, retêm mais água e diminui a lixiviação, é rico em matéria orgânica estabilizada e essa possui poder residual cumulativo no solo, reduzindo inclusive a adubação mineral. A taxa de aplicação dos fertilizantes orgânicos é de 5 a 10 toneladas/hectare por ano e a sua utilização não visa eliminar os fertilizantes orgânicos, mas, a combinação, para reduzir a utilização e melhor a produtividade agrícola e a qualidade do solo (OLIVEIRA,2002; SILVA ,2021).

De acordo com Oliveira 2002 apud Agrovevenda, se utilizado o biossólido como fertilizante orgânico por três anos consecutivos pode se reduzir até 50% a utilização de fertilizante mineral e a curto prazo a aplicação de cinco toneladas de fertilizantes orgânicos por hectare, na primeira aplicação deste já seria possível reduzir em até 30% a dose recomendada de minerais. Esses valores irão apresentar uma variação de acordo com as características do fertilizante orgânico.

A qualidade do biossólido gerado nesse processo foi comprovada através da certificação de Fertilizante Orgânico composto Classe B pelo MAPA por utilizar como matéria-prima lodo gerado em estação de tratamento de esgoto conforme Instrução Normativa N°61.

## **CONCLUSÕES**

A compostagem com tecnologia Gore Cover atingiu os objetivos do projeto, apresentou resultados eficientes na redução de patógenos, atingiu os limites especificados para os metais, e apresentou potencial agrônomico similar ao fertilizante orgânico já comercializado no mercado.

Foram geradas 420 toneladas de bioestabilizado seguro para aplicação em solo. O bioestabilizado gerado nesse período foi aplicado na produção de gramas e está sendo feita em clientes previamente cadastrados com foco em produção de gramas, lavouras de milho, soja e recuperação de área degradadas, já de acordo com a IN 61 / 2020 - MAPA que foi recentemente atualizada e a RESOLUÇÃO 498 / 2020 – MMA.

A aplicação do bioestabilizado pela CONAMA 498/2020 traz algumas restrições para determinadas culturas, por isso sugere-se para as empresas que pretendem entrar nesse ciclo produtivo que busquem a certificação pelo MAPA, o composto fertilizante com registro no MAPA possui maior valor comercial e menos restrições para aplicação.

Conclui-se que o lodo de esgoto é uma fonte considerável de matéria orgânica e deve ser reciclado agregando valor ao resíduo, contribuindo com a economia circular, com a produção de alimentos, com a recuperação de áreas degradadas, reciclagem de nutrientes e manutenção da vida útil dos aterros. Anteriormente a esse projeto a Companhia Águas de Joinville realizava a disposição 100% em aterro, atualmente a média enviada para a compostagem Gore Cover está em 18% da geração na ETE Jarivatuba.

As empresas que estão em expansão na coleta e tratamento de esgoto, podem transformar uma problemática (pela falta de espaço para disposição) em uma geração de renda através da instalação de unidades de compostagem, reciclando o lodo de esgoto e transformando em bioestabilizado que pode ser utilizado como fertilizante orgânico ou como condicionador de solo.

A reciclagem do lodo de esgoto e geração de bioestabilizado traz benefícios para o solo, para a produtividade e inclusive para a redução da utilização de fertilizantes minerais, através da utilização combinada. A produção de bioestabilizado e a utilização como fertilizante orgânico contribui com o Plano Nacional de Fertilizantes, que prevê a redução de importação de 85% para 45% até 2050 e o lodo de esgoto sanitário se mostrou uma matéria prima promissora na produção de fertilizante orgânico.

Dentre os resultados desse projeto destaca-se a transformação do resíduo classe II A em fertilizante orgânico composto Classe B. O desafio ainda é elevar a quantidade destinada para a compostagem.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROREVENDA. Orgânicos Tera Ambiental fertilizam o campo Brasil, 2022.
2. AGROREVENDA. Os benefícios do fertilizante orgânico composto, 2022.
3. BRASIL Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília.
4. BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. Marco Legal do Saneamento Básico.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 07, de 07 de abril de 2016.
7. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 481, de 03 de outubro de 2017.
8. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 498 de 2020, de 19 de agosto de 2020.
9. BERGI, R. S. Compostagem como alternativa à disposição final de resíduos sólidos orgânicos do saneamento em pequenos municípios. 2018. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Ambienta, Vitória, 2018.
10. BELTRAME, K.G. Compostagem e os desafios da destinação dos resíduos orgânicos no Brasil, 2020.
11. COELHO, T.R. et.al. Lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) e compostagem orgânica em cultivo de mudas nativas: estudo na região dos lagos, RJ – Brasil.2019
12. COMPOSUL, Sistema de Tratamento de Resíduos Orgânicos Gore Cover, 2021.
13. OLIVEIRA, E. C.; Sartori, R. H.; Garcez; Tiago B. COMPOSTAGEM. 2008. 19 v. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
14. OLIVEIRA, F.C; CHIARADIA, J.J; JUNIOR, C.H.A. Lodo de esgoto de resíduo a fertilizante orgânico. 2021.
15. SILVA, L. de A. C. -Coletânea de Notas Técnicas 2: Valoração e gerenciamento dos subprodutos sólidos do tratamento do esgoto .2021.
16. SILVA, R. C. P; SANTOS, J. P.O; MELLO, D. P; EL-DEIR, S. G. Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular, 2018.
17. VON SPERLING. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final.2014.