

FACULDADE GALILEU

ENGENHARIA CIVIL

ISMAEL MENDES JUNIOR

**Sistema de compostagem: Transformação do lodo de estações de
tratamento de esgoto em fertilizantes**

BOTUCATU

2020

FACULDADE GALILEU
ENGENHARIA CIVIL

ISMAEL MENDES JUNIOR

**Sistema de compostagem: Transformação do lodo de estações de
tratamento de esgoto em fertilizantes**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Galileu, como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Bacharel no Curso
de Engenharia Civil, orientado pelo Prof.
Diego Augusto Valverde.

BOTUCATU

2020

ISMAEL MENDES JUNIOR

**Sistema de compostagem: Transformação do logo de estações de
tratamento de esgoto em fertilizantes**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Diego Augusto Valverde
Docente orientador
Faculdade Galileu

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Centrífuga para desidratação de lodo.....	10
Figura 2: Filtro Prensa de Placas para secagem de lodo.....	10
Figura 3: Bags desidratação de lodo.....	11

RESUMO

A compostagem é o processo biológico de valorização da matéria orgânica, seja ela de origem urbana, doméstica, industrial, agrícola ou florestal, podendo ser considerada com um tipo de reciclagem do lixo orgânico. É um processo natural em que microrganismos degradam a matéria orgânica, havendo vários modos de se realizar a compostagem. Uma forma de amenizar esses impactos foi a criação de leis e órgãos regulamentadores que, através de parcerias com prefeituras e estados, trabalham para que todo resíduo gerado seja devidamente descartado. No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A partir disto, despertou-se, na Sabesp, um maior interesse em como realizar a compostagem do lodo e quais seriam as outras opções de trabalho. Em seguida, o Ministério da Agricultura abriu uma frente para se trabalhar com este material como composto, que é uma transformação de um material orgânico (lodo), adicionado a um outro material rico em carbono (bagaço de cana, casca de eucalipto, casca de arroz, por exemplo) e através de uma atividade microbiana e microrganismos naturais, irão transformando este material “grosso” em um material parecido com o solo no final do processo, sendo chamada de matéria orgânica compostada. Com o objetivo de aumentar as possibilidades de materiais utilizados como substratos e diminuir os custos de produção de mudas florestais. Um outro viés deste projeto, através de uma equipe multidisciplinar, é o estudo deste material como substrato de planta, portanto podendo ser comercializado no futuro. A partir de vários estudos e dados coletados na cidade de Botucatu-SP, foi possível notar que não existe diferença na qualidade das mudas, tanto em características morfológicas quanto em fisiológicas, produzidas com substrato de lodo de esgoto compostado em relação as produzidas com substrato comercial. Atualmente, é realizada uma pesquisa que avalia o processo de compostagem e o enriquecimento desta compostagem de fertilizantes minerais que contenham fósforo. Um dos objetivos desta pesquisa é, através de uma fonte mais barata por ter uma disponibilidade menor deste nutriente, buscar uma disponibilidade maior desta fonte, porém ainda não existem dados concretos, mas dados preliminares que são satisfatórios.

Palavras-chave: Compostagem; Lodo; Processo; Vantagens.

ABSTRACT

Composting is the biological process of valorization of organic matter, be it of urban, domestic, industrial, agricultural or forest origin, and it can be considered as a type of recycling of organic waste. It is a natural process in which microorganisms degrade organic matter, with several ways to carry out composting. One way to mitigate these impacts was the creation of laws and regulatory bodies that, through partnerships with city governments and states, work to ensure that all waste generated is properly disposed of. In Brazil, the body responsible for regulation is the National Environment Council (CONAMA). From this, a greater interest in Sabesp aroused in how to compost the logo and what the other work options would be. Then, the Ministry of Agriculture opened a front to work with this material as compost, which is a transformation of an organic material (sludge), added to another material rich in carbon (cane bagasse, eucalyptus bark, bark of rice, for example) and through a microbial activity and natural microorganisms, they will transform this "thick" material into a material similar to the soil at the end of the process, being called composted organic matter. In order to increase the possibilities of materials used as substrates and reduce the costs of producing forest seedlings. Another bias of this project, through a multidisciplinary team, is the study of this material as a plant substrate, so it can be commercialized in the future. From several studies and data collected in the city of Botucatu-SP, it was possible to notice that there is no difference in the quality of seedlings, both in morphological and physiological characteristics, produced with composted sewage logo substrate compared to those produced with commercial substrate. . Currently, research is being carried out to evaluate the composting process and the enrichment of this composting of mineral fertilizers containing phosphorus. One of the objectives of this research is, through a cheaper source for having a lower availability of this nutrient, to seek a greater availability of this source, however, there are still no concrete data, but preliminary data that are satisfactory.

.

Keywords: Benefits; Composting; Process; Sludge.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1	Compostagem.....	5
2.1.1	COMPOSTAGEM COM LODO DE ESGOTO.....	5
2.2	Regras	6
2.2.1	Os 3Rs da Sustentabilidade - Reduzir, Reutilizar e Reciclar	6
2.2.2	Impactos Ambientais.....	7
2.2.3	Temperaturas.....	7
2.3	Possíveis Utilizações.....	8
2.4	Leitos de Secagem	9
2.4.1	Centrífuga para desidratação de lodo	9
2.4.2	Filtro prensas de placas para o para secagem de lodo.....	10
2.4.3	Bags para desidratação de lodo	11
2.5	Escalagem do Projeto	11
2.6	Vantagens do Processo de Compostagem.....	11
3	METODOLOGIA	14
3	RESULTADOS.....	14
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
5	REFERÊNCIAS.....	16

1 INTRODUÇÃO

Este artigo é referente ao Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Galileu, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel no Curso de Engenharia de Civil, trabalho este desenvolvido com o tema “sistema de compostagem”, mais concretamente, buscando uma investigação os benefícios da transformação do lodo de estações de tratamento de esgoto em fertilizantes.

Em justificativa, a escolha desse tema surgiu a partir da vivência profissional do autor, onde uma equipe técnica da Sabesp e UNESP observaram que este lodo poderia ser utilizado na agricultura sem grandes restrições, sendo que a partir de 2006 houve uma restrição do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que acabou gerando uma limitação do uso deste material.

A partir deste momento, despertou-se, na Sabesp, um maior interesse em como realizar esta transformação e quais seriam as outras opções de trabalho. Em seguida, o Ministério da Agricultura abriu uma frente para se trabalhar com este material como composto, que é uma transformação de um material orgânico (lodo), adicionado a um outro material rico em carbono (bagaço de cana, casca de eucalipto, casca de arroz, por exemplo) e através de uma atividade microbiana e microorganismos naturais, irão transformando este material “grosso” em um material parecido com o solo no final do processo, sendo chamada de matéria orgânica compostada.

“Mesmo considerando que a intenção se transforme em realidade, é preciso ressaltar que o adubo resultante do tratamento da parte sólida do esgoto não poderá ser utilizado em agricultura leve (hortaliças, leguminosas e pequenas árvores frutíferas), mas apenas em agricultura de grande porte, como café, milho, soja e trigo, por exemplo” (BONI; UNFRIED, 2017, p. 55).

A Estação de Tratamento de Esgoto de Botucatu está localizada na Faculdade de Ciências Agronômicas, dentro do campus da Unesp, ocupando uma área de quatorze hectares e cedida pela Unesp para a Sabesp. Cerca de 80% do tratamento de esgoto da cidade é realizado nesta estação, momento em que é identificada a geração de uma grande quantidade de resíduo gerando o resíduo de lodo de esgoto (em Botucatu gera-se em torno de quinze metros cúbicos de lodo por dia).

A problemática partiu da observação de que apesar do lodo ser um resíduo rico em nutrientes, proveniente das estações de tratamento de esgoto, normalmente é

descartado em aterros sem que suas qualidades sejam aproveitadas. Torna-se, portanto, fundamental o estudo do uso do lodo de esgoto na compostagem.

O objetivo desta pesquisa é apresentar um estudo voltado para demonstrar os benefícios da compostagem do lodo na agricultura e no meio ambiente, bem como a economia gerada por esta prática.

A metodologia envolvida é a pesquisa bibliográfica, utilização de um material disponibilizado pela Sabesp de Botucatu, enriquecida por artigos interessantes disponibilizados na internet.

Na primeira parte será apresentada a fundamentação teórica sobre o processo de compostagem do lodo, as regras a serem seguidas, as possíveis utilizações, as formas de secagem, a possibilidade de escalonagem futura do processo, além das vantagens deste projeto para a sociedade. Posteriormente será apresentada metodologia e os resultados obtidos durante esta pesquisa.

A relevância e contribuição social da pesquisa é apontar a importância deste processo para a Sabesp na questão ambiental, pois o resíduo que sai da estação de tratamento de esgoto (lodo) num teor de umidade de oitenta por cento, ao se fazer sua compostagem é possível reduzi-la e transformar este resíduo num adubo, portanto, deixa-se de enviar este resíduo para os aterros sanitários com consequente ônus ao meio ambiente, ainda que regularizado, e passa-se a dar um destino nobre para este material ao transformá-lo em um adubo natural, através do sistema de compostagem.

Outra importância é na questão econômica, pois ao deixar de encaminhar para os aterros e transforma-lo em adubo, é possível gerar uma significativa redução de custos, pois elimina-se o transporte do resíduo e a taxa de dispor em um aterro sanitário, ou seja, transforma-se em um produto que pode ser utilizado na agricultura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COMPOSTAGEM

A compostagem é o processo biológico de valorização da matéria orgânica, seja ela de origem urbana, doméstica, industrial, agrícola ou florestal, podendo ser considerada com um tipo de reciclagem do lixo orgânico. É um processo natural em que microorganismos degradam a matéria orgânica, havendo vários modos de se realizar a compostagem.

Sendo mais comum em residências, existe a vermicopostagem ela utiliza caixa com terra e minhocas para transformar resíduo orgânico em adubo. O processo é higiênico e a qualidade do composto depende de fatores como a umidade, temperatura e aeração.

“A produção de adubo através da compostagem é uma das técnicas utilizadas pelos agricultores familiares que trabalham com os pais. Dessa forma, além dos ganhos ambientais com o uso da técnica de compostagem, também existe um ganho econômico, uma vez que, não precisa comprar adubos artificiais, pois podem produzir adubo orgânico com o que dispõe na sua propriedade” (MORAES; FERNANDES, 2014, p. 38).

No Brasil, mais da metade da quantidade de resíduos gerada é orgânico. Se o hábito de se realizar a compostagem se expandir o volume de resíduos levado a aterros irá diminuir, o que pode reduzir gastos e emissões com transportes e baixar emissões de metano, além do benefício de que o adubo natural é excelente para as plantas.

2.1.1 COMPOSTAGEM COM LODO DE ESGOTO

A importância deste processo de compostagem para a Sabesp se dá em duas partes. Primeiramente na questão ambiental, pois o resíduo que sai da estação de tratamento de esgoto (lodo) deixa de ser tratado como resíduo para transformar-se em insumo de um processo mais nobre, portanto, traz benefícios diversos, pois sua utilização em culturas agrícolas perenes mostrou-se mais que satisfatória

A significativa economia gerada pela eliminação de transporte especializado a longas distâncias, aliada à eliminação do pagamento de vultosas taxas de acomodação desse material nos aterros sanitários propicia rápida amortização dos custos envolvidos

de infraestrutura necessários.

“O lodo de esgoto tem sido aplicado no solo há décadas, e seu uso provavelmente aumentará no futuro. O termo bissólido pode ser aplicado a um lodo de esgoto tratado para atender a certos padrões de aplicação o solo (baixos níveis de patógenos e contaminantes). Inúmeras outras cidades comercializam produtos de compostagem de lodo de esgoto para paisagismo, entre outros usos. No entanto, a grande massa de lodo de esgoto utilizada no solo vem sendo aplicada na forma de lama líquida ou de uma torta parcialmente seca” (BRADY; WEIL, 2013, p. 520).

O projeto realizado pela Sabesp é realizado em parceria com o projeto de inovação tecnológica da FAPESP, portanto o custo desta compostagem realizada no município de Botucatu é dividido entre as três entidades: SABESP, FAPESP e UNESP. Onde, na forma de compostagem, estas três entidades possibilitam o aprimoramento ou a utilização do lodo de esgoto na agricultura.

2.2 REGRAS

É importante salientar que existem algumas normas, preconizando que não pode ser utilizado para hortaliças, pastagem e cultivos com raízes. No Brasil, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

2.2.1 Os 3Rs da Sustentabilidade - Reduzir, Reutilizar e Reciclar

Os 3 Rs da sustentabilidade tratam-se de ações práticas que tem por objetivo, minimizar o desperdício de materiais e produtos, com isso, poupando a natureza da extração inesgotável de recursos. É importante salientar que ao adotar estas práticas, as empresas poderão diminuir os custos, reduzindo gastos, além de favorecer o desenvolvimento sustentável.

“A mudança da mentalidade quanto aos dejetos, que passam a ser vistos como matérias-primas, contribui para a consolidação de princípios da gestão ambiental, como os: 3R: reduzir, reutilizar e reciclar” (BURSZTYN; DRUMMOND, 2013, p. 114).

- **Reduzir:** são ações que visam à diminuição da geração de resíduos, seja por meio da minimização na fonte ou por meio da redução do desperdício. Por exemplo: o uso racional da água, economia de combustíveis e de energia elétrica;

- **Reutilizar:** sempre que um produto é reutilizado, este será reaproveitado, tanto na mesma função quanto em outras possibilidades de uso. Por exemplo: os papéis podem ser utilizados em blocos de rascunho ou garrafas podem se tornar objetos de decoração;

- **Reciclar:** A reciclagem envolve o processamento de um material com sua transformação física ou química, seja para sua reutilização sob a forma original ou como matéria-prima para produção de novos materiais com finalidades diversas. Por exemplo, pneus antigos podem se tornar componentes para asfalto ou latas de alumínio podem ser fundidas para darem origem a novas latas.

2.2.2 Impactos Ambientais

A Resolução 001/86 CONAMA, Art. 1º define impacto ambiental como sendo “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades desenvolvidas pelo homem que possam afetar a saúde, atividades sociais, econômicas, biota (conjunto de todos seres vivos de um determinado ambiente), condições estéticas, sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”.

Os principais impactos causados ao meio ambiente e a sociedade urbana, na maioria dos casos é originado da deposição irregular dos resíduos. Ocorre um grande desequilíbrio da vida nas cidades, com essas mudanças sendo refletidas no comprometimento da paisagem (poluição visual); degradação dos mananciais; obstrução dos sistemas de drenagem; proliferação de vetores causadores de doenças; assoreamento dos cursos d'água e dificulta a circulação de pessoas e veículos nas vias públicas.

Dentre transmissores de doenças, como os ratos, baratas, escorpiões, moscas e outros, além de que, não se pode esquecer, que os principais afetados por essa alteração futuramente serão nossos filhos e netos.

2.2.3 Temperaturas

Durante o processo de maturação, a temperatura se torna uma expressão do processo de compostagem, onde se o composto não elevar a temperatura significa que

os microorganismos não estão trabalhando, ou seja, a temperatura nada mais é do que o rompimento de cadeias existentes no material e da liberação da energia destas cadeias, o que significa que os microorganismos estão se alimentando e transformando este material, sendo esta temperatura essencial para o processo.

A temperatura faz com que haja uma grande multiplicação da população microbiana, portanto, torna-se um ambiente adequado para que se multipliquem. Além de que essa temperatura, que vai se modificando ao longo do processo, pasteuriza ou elimina integralmente ou quase a população microbiana patogênica, ou seja, as que causam doenças ao ser humano.

Com isso os, os microorganismos benéficos que estão dentro de cada pilha vão trabalhando e eliminando os maléficos. Por esta razão que o lodo partindo de um material que pode ser problemático é transformado em um composto que por este processo, quando bem feito, elimina integralmente toda a questão problemática.

“Na compostagem em tambores rotativos ou pilhas estáticas aeradas, a temperatura dos bissólidos é mantida em 55°C ou mais por 3 dias. Utilizando a compostagem em pilhas, a temperatura do lodo é mantida em 55°C ou mais por pelo menos 15 dias. Durante esse período, um mínimo de cinco revolvimentos das pilhas é necessário” (METCALF; EDDY, 2016, p. 1437).

Sendo fundamental que, ao final da compostagem, o material atinja todos os requisitos necessários para uso agrícola e dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação, o que acaba viabilizando a aplicação deste produto no campo sem risco para a saúde pública.

2.3 POSSÍVEIS UTILIZAÇÕES

Com o objetivo de aumentar as possibilidades de materiais utilizados como substratos e diminuir os custos de produção de mudas florestais. Um outro viés deste projeto, através de uma equipe multidisciplinar, é o estudo deste material como substrato de planta, portanto podendo ser comercializado no futuro.

A partir de vários estudos e dados coletados na cidade, é possível notar que não existe diferença na qualidade das mudas, tanto em características morfológicas quanto em fisiológicas, produzidas com substrato de lodo de esgoto compostado em relação as produzidas com substrato comercial.

“A compostagem de lodo com resíduos sólidos urbanos é uma alternativa viável quando se considera a utilização de instalações integradas de disposição de resíduos. A mistura do lodo com a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos ou uma fonte separada de resíduos de podas é benéfica” (METCALF; EDDY, 2016, p. 1588).

Tanto os substratos quanto os fertilizantes usados em viveiros representam uma parcela significativa dos custos do produtor, portanto este processo poderá reduzir os custos envolvidos, beneficiando financeiramente estes produtores.

2.4 LEITOS DE SECAGEM

“A secagem do lodo tem grande impacto nos custos de disposição final: quando o lodo é desidratado de uma concentração de 2% de sólidos para 20% de sólidos o seu volume é reduzido para 90%. Os sistemas naturais de secagem de lodo são dependentes do clima, favorecendo a adoção dessas técnicas em regiões quentes. Leitos de secagem são indicados para comunidades de pequeno e médio portes, com ETE's tratando uma população de até 20 mil habitantes localizada em áreas afastadas da zona rural” (PEREIRA JÚNIOR; JESUS; RIBEIRO (Ogs.), 2015, p. 11).

Nos leitos de secagem são usados lodos já estabilizados, pois, o lodo bruto não drena, não é necessário condicionamento químico, será produzido um lodo depois de seco em torno de 50% de sólidos totais e passará por fenômenos de:

- Infiltração
- Evaporação
- Drenagem

São construídos de concreto ou alvenaria com uma leve camada de tijolos não rejuntados. A maioria dos processos com desidratação mecânica utilizam condicionamento químico e o polímero catiônico.

2.4.1 CENTRÍFUGA PARA DESIDRATAÇÃO DE LODO

Para a centrífuga ter uma capacidade de uma boa torta, é necessário adicionar polímero. Existem cálculos de:

- Vazão de polímero
- Concentração de polímero
- Concentração do Lodo
- Vazão do Lodo

Sem esses cálculos é impossível de conseguir uma torta de boa qualidade.



Figura 1 – Centrífuga para desidratação de lodo
Fonte – Imagem disponibilizada pela internet (JDF).

Um outro equipamento mecânico utilizado para desidratação, consiste no Belt Press, que é um sistema mecânico onde o lodo é prensado entre duas celas e cilindros rotativos. Com este equipamento se consegue uma torta de 25% a 30% de sólidos totais.

2.4.2 FILTRO PRENSAS DE PLACAS PARA O PARA SECAGEM DE LOGO

É um processo que se consegue uma concentração maior na torta cerca de 50% de sólidos totais, mas exige a preparação do polímero, a abertura de placas, fechamento de placas e lavagem das placas.



Figura 2 – Filtro Prensa de Placas para Secagem de lodo
Fonte – Imagem disponibilizada pela internet (ÁGUAS CLARAS ENGENHARIA).

2.4.3 BAGS PARA DESIDRATAÇÃO DE LODO

Em caso de emergência de um equipamento danificado, os bags recebem o lodo, que também teve a adição de polímero, se acumulando até o preenchimento completo dos bags. Eles não são reaproveitados, o líquido drenado retorna ao início do processo de tratamento.



Figura 3 – Bags para desidratação de lodo

Fonte – Imagem disponibilizada pela internet (NATURALTEC).

2.5 ESCALAGEM DO PROJETO

O processo de compostagem possui uma série de características e fatores que influenciam, inclusive a manutenção de temperatura. Quantidades grandes são fundamentais, pois apresentam resultados diferentes de pilhas pequenas que pode atender a demanda da própria SABESP. Como é um processo de interesse de solução de um problema recorrente, é preciso envolver tamanho de pilhas e máquinas que fazem a compostagem em grande escala.

2.6 VANTAGENS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

É importante saber que a realização desse projeto em grande escala deve ser precedida por um Plano de Negócio que contemplem significativa redução dos custos, pois quem vai desenvolver este projeto de compostagem deve sempre avaliar se efetivamente o mesmo se torna econômico, para definir se é viável ou não comparativamente com o adubo convencional. A SABESP possui um custo para transportar o material até o aterro, mas por outro lado quando se é gerado um material como este após a compostagem, são observadas uma série de vantagens:

- Redução de custos;

- Substituição do fertilizante convencional;
- Não poluição do meio ambiente.

A ideia é que o adubo orgânico resultante desse processo seja utilizado em grandes culturas, como a cana-de-açúcar. A região dispõe de muitos plantios de eucaliptos que podem beneficiar-se deste material produzido no futuro, através de vários centros que poderão ser montados através de estações como a da UNESP que gerem este material e utilize-o, só que muitas vezes, o lodo em si possui uma característica padrão e as culturas possuem demandas diferentes, o que demonstra a necessidade de enriquecer este processo com o fósforo, por exemplo, uma vez que se torna essencial para a entrada deste composto na cana-de-açúcar.

Atualmente, é realizada uma pesquisa que avalia o processo de compostagem e o enriquecimento desta compostagem de fertilizantes minerais que contenham fósforo. Um dos objetivos desta pesquisa é, através de uma fonte mais barata por ter uma disponibilidade menor deste nutriente, buscar uma disponibilidade maior desta fonte, porém ainda não existem dados concretos, mas dados preliminares que são satisfatórios.

3 METODOLOGIA

Através da pesquisa de natureza explicativa e para explicar o conceito de compostagem, foi incluída uma citação do livro de BONI, UNFRIED (2017), retirada do livro “transformações Urbanas: a Londrina da década de 1950 pelas fotografias de Oswaldo Leite. Londrina”, além de MORAES; FERNANDES (2014), na obra intitulada “Agricultura Familiar e Agroecologia: uma análise da Associação dos Produtores e Produtoras da Feira Agroecológica de Mossoró”. Quando falado sobre a compostagem do lodo foi inclusa a citação de BRADY; WEIL (2013), no livro intitulado “Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos”.

O texto de BURSZTYN; DRUMMOND (2013), no livro “Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável” nos traz uma reflexão acerca da questão da importância da sustentabilidade e a Resolução 001/86 CONAMA sobre os impactos ambientais.

Para auxiliar na questão técnica da temperatura ideal para a compostagem, foi inclusa a citação de METCALF; EDDY (2016), na obra intitulada “Tratamento de efluentes e recuperação de recursos”.

4 RESULTADOS

A compostagem é o processo biológico de valorização da matéria orgânica, seja ela de origem urbana, doméstica, industrial, agrícola ou florestal, podendo ser considerada com um tipo de reciclagem do lixo orgânico. No Brasil, mais da metade da quantidade de resíduos gerada é orgânico.

Conforme a vivência prática do autor, na Sabesp de Botucatu, o resultado que se obteve, foram informações a respeito de todo o processo de compostagem, tanto na questão ambiental quanto econômica, pois o deixa-se de enviar este resíduo para os aterros sanitários que, geralmente, estão superlotados e passa-se a dar um destino nobre para este resíduo ao transformá-lo em um adubo natural.

Já na questão econômica, com esse processo torna-se possível obter uma significativa redução de custos, pelo fato de se eliminar o transporte do resíduo e a taxa de dispor em um aterro sanitário, ou seja, transforma-se em um produto que pode ser utilizado na agricultura.

O gerenciamento dos resíduos é diferente na perspectiva dos geradores, por exemplo, grandes construtoras não dão tanta importância em saber qual a destinação final de seus resíduos, observa-se que o método utilizado em cerca de 90% dos casos é feita por contratação de empresas terceirizadas de caçambas, nas quais fazem todo o processo, desde a parte de armazenamento dos resíduos nas obras, coleta, transporte e até o comprometimento pela destinação final, ficando sob responsabilidade dos gerados somente o manejo e separação dos resíduos após a inutilização no canteiro de obras.

De acordo com STEINERG (2002), adubação verde, esterco líquido, compostagem e restos de cultura incorporados são formas de se realizar a adubação nos campos. Esse fertilizante pode ser usado para parques, jardins, plantas ornamentais e qualquer outra cultura agrícola desde que não sejam hortaliças, tubérculos e raízes como batata, mandioca, etc. Entretanto, “a adubação é a forma mais adequada para se alimentar as plantas que cultivamos, pois, além de liberar nutrientes gradativamente, promove uma vida mais rica no solo, conservando a umidade, evitando erosões e empobrecendo do mesmo” (STEINERG, 2002, p. 57).

A fertilizante classe D e o condicionador de solo classe D são os mais compatíveis para Lodo de ETE. No caso dos fertilizantes organo-mineral classe D, poderá haver a necessidade de adição de matéria-prima, alternativa esta, ainda não testada na prática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho abordou-se, como assunto, o sistema de compostagem, mais concretamente, buscando uma investigação os benefícios da transformação do lodo de estações de tratamento de esgoto em fertilizantes.

Todos os objetivos foram concluídos de maneira exitosa, pois foi abordado com clareza como se dá todo o processo de compostagem, apresentando um estudo voltado para demonstrar os benefícios do lodo na agricultura e no meio ambiente, bem como a economia gerada por esta prática.

Esse trabalho teve uma grande importância para o desenvolvimento teórico e prático, no qual é fundamental para o sucesso de um engenheiro civil compreender a relevância da contribuição social desta pesquisa na questão ambiental, onde demonstra que é possível deixar de enviar este resíduo para os aterros sanitários que, geralmente, estão sobrecarregados e passa-se a dar um destino nobre para este resíduo ao transformá-lo em um adubo natural, através do sistema de compostagem. Além da questão econômica, pois ao deixar de encaminhar para os aterros e transformar em adubo, é possível gerar uma significativa redução de custos, pois se elimina o transporte do resíduo e a taxa de dispor em um aterro sanitário, ou seja, transforma-se em um produto que pode ser utilizado na agricultura.

Portanto, é possível concluir que esta hipótese se confirma, uma vez que se o hábito de se realizar a compostagem se expandir, o volume de resíduos levado a aterros irá diminuir, o que pode reduzir gastos e emissões com transportes e baixar emissões de metano, além do benefício de que o adubo natural é excelente para as plantas.

É importante destacar que, quando se trata de um projeto, ele deve ser viável do ponto de vista econômico em relação a todos os custos envolvidos durante toda a sua produção e este projeto é viável. O investimento em pesquisas, certamente deve ter um custo-benefício favorável para toda a região, pois poderá ser replicado nas várias estações de tratamento da Sabesp, formando polos de divulgação desta técnica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUAS CLARAS ENGENHARIA. **Filtro Prensa de Placas**. Disponível em: <<https://aguasclarasengenharia.com.br/filtro-prensa-de-placas/>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

BONI, Paulo César; UNFRIED, Rosana Reineri. **Transformações Urbanas: a Londrina da década de 1950 pelas fotografias de Oswaldo Leite**. Londrina, PR: EDUEL, 2017.

BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3ª edição. São Paulo: Bookman, 2013.

BURSZTYN, Marcel; DRUMMOND, José Augusto. **Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

CONGRESSO NACIONAL. **Lei Nº 12.305 Política de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/biblioteca/legislacao/leis-e-decretos-federais/Lei%20%2012.305-2010%20Politica%20de%20Residuos%20Solidos.pdf/view>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

JDF. **Centrífuga para desidratação de lodo**. Disponível em: <<https://www.jdf.com.br/centrifuga-desidratacao-lodo?url=centrifuga-desidratacao-lodo>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

METCALF, L.; EDDY, J. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5ª edição. São Paulo: AMGH Editora Ltda., 2016.

MORAES, Eriberto Pinto; FERNANDES, Maria José Costa. **Agricultura Familiar e Agroecologia: uma análise da Associação dos Produtores e Produtoras da Feira Agroecológica de Mossoró**. 1ª edição. Duque de Caxias, RJ: Espaço Científico Livre Projetos Editoriais, 2014.

NATURALTEC. **Bag para desidratação do lodo**. Disponível em: <<http://www.naturaltec.com.br/desague-lodos-residuos-geobag/>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

PEREIRA JÚNIOR, Antônio; JESUS, Edmir dos Santos; RIBEIRO, José Moacir Ferreira (Orgs.). **As múltiplas visões sobre o meio ambiente e os impactos ambientais**. Vol 2. Poragominas, PA: Fundação Miguel Cervantes, 2015.

Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

STEINGERG, Emerson. **Maracujá: guia prático para manejo equilibrado**. São Paulo: Nobel, 2002.