

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

LAIANE LIMA

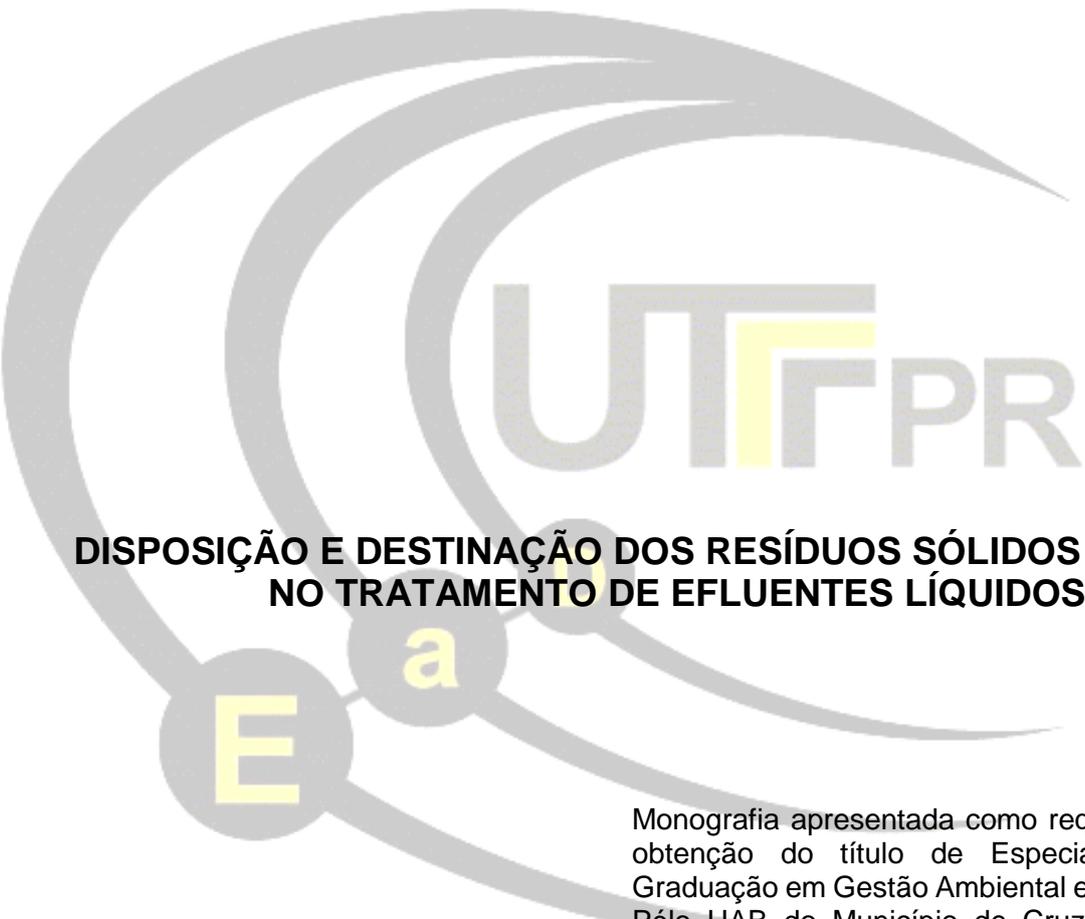
**DISPOSIÇÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS
NO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2015

LAIANE LIMA



**DISPOSIÇÃO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS
NO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo UAB do Município de Cruzeiro do Oeste, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Me Fábio Orssatto.

MEDIANEIRA

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

Disposição e Destinação dos Resíduos Sólidos Gerados no Tratamento de Efluentes Líquidos.

Por

Laiane Lima

Esta monografia foi apresentada às 10:00 h do dia 28 de dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Cruzeiro do Oeste. Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me.Fábio Orssatto
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientador)

Prof. Me. Alex Sanches Torquato
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Me. Filipe Marangoni
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

Dedico a Deus pelos caminhos de paz,
pela sua luz e glória que raia sobre mim e
radiante meu coração pulsa forte e se
enche de alegria, pois o Senhor será minha
luz para sempre.

AGRADECIMENTOS

Dou graças a Deus pelo sustento, pela força e a luz que me guia.

Ao meu filho amado João Pedro Lima por doar seus momentos de amor, carinho e colo de mãe, para um projeto de conhecimento.

O meu orientador professor Me. Fábio Orssatto pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa, e pode contribuir com seus ensinamentos, oferecendo grande apoio.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação foram essenciais em cada momento, com muito carinho agradeço a Valderes Mantovi, Olga Morelli Bandeira e Priscilla Vieira Galbes, o conhecimento não teria o mesmo valor sem esse apoio.

Agradeço o carinho e orações das amigas Hélia Paula Oliveira, Eliane Cruz Nascimento e Natália Souza de Oliveira.

Agradeço a cada colega do pólo Cruzeiro do Oeste em especial a Luana Karoline Pereira, em cada dia desse curso foi amiga, colega exemplar ajuda constante.

“Cada vez que você faz uma opção está transformando sua essência em alguma coisa um pouco diferente do que era antes”. (C.S. LEWIS)

RESUMO

LIMA, Laiane. Disposição e Destinação dos Resíduos Sólidos Gerados no Tratamento de Efluentes Líquidos. 2015. 38 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Este trabalho trata das alternativas ambientalmente disponíveis para o lodo de esgoto, gerado no tratamento de efluentes líquidos. Disponibilizando soluções adequadas para a reutilização do lodo de esgoto e os subprodutos gerados nesses tratamentos. A principal necessidade demonstrada neste trabalho é em adaptar novos processos, gerar novos produtos economicamente viáveis, e claro levar uma solução aos impactos ambientais negativos gerados quando não ocorre a destinação final adequada. Para apresentar os propósitos deste trabalho, foram demonstrados como ocorrem os processos e seu tratamento e os subprodutos gerados nesse sistema. Foi possível evidenciar as alternativas como condicionantes de solo, muito bem utilizado na agricultura local da região de Maringá, bem como seu custo econômico praticamente nulo, para esses agricultores. Além de apresentar outras alternativas, como a utilização do lodo de esgoto tratado em projetos de recuperação de áreas degradadas. A preocupação proposta é definir outras utilizações para os subprodutos do tratamento de efluentes líquidos e evitar descarte total dos resíduos produzidos nesses processos em aterros sanitários industriais.

Palavras-chave: Lodo de Esgoto. Resíduos Sólidos. Subprodutos. Aterro Industrial. ETE (Estação de Tratamento de Esgotos).

ABSTRACT

LIMA, Laiane. Provision and Use of Solid Waste Disposal and Use of Solid Waste Generated in Wastewater Treatment. 2015. 38 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

This work deals with environmentally alternatives available for sewage sludge generated in wastewater treatment, providing appropriate solutions for the reuse of sewage sludge and by-products generated in these treatments. The primary need demonstrated in this work is to adapt new processes, generate new economically viable products and of course bring a solution to the negative environmental impacts generated when there is no final destination. To present the purposes of this study, it has been shown to occur processes and their treatment and by-products generated in this system. It became clear the alternatives as soil conditioners, very well used in local agriculture Maringa region and its practically zero economic cost for these farmers. Besides other alternatives such as the use of sewage sludge treated in degraded areas reclamation projects. Concern proposal is to set up other uses for wastewater treatment by-products and avoid full disposal of waste produced in these processes in industrial landfills.

Keywords: Sewage sludge. Solid waste. Byproduct. Industry landfill. ETE (sewage treatment plant)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma Processos da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais.....	15
Figura 2 – Resíduos Gerados no Tratamento Primário.....	17
Figura 3 – Leito de Secagem.....	20
Figura 4 – Vista interna do Leito de Secagem.....	25
Figura 5 – Localização em Maringá das ETE's.....	31
Tabela 1 – Indicadores de Serviços de Esgoto.....	13
Tabela 2 – Dados de Tratamento e Destinação Final	21
Tabela 3 – Saneamento Básico no Brasil por Faixa Etária.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DA ETE	12
2.1.1 Resíduos Gerados no Processo de Tratamento	16
2.1.2 Caracterização dos Resíduos	16
2.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS	19
2.2.1 Soluções Desenvolvidas na Gestão dos Processos	19
2.3 MÉTODOS E SOLUÇÕES DE DESTINAÇÃO	22
2.3.1 Métodos.....	22
2.3.1.1. Incineração e Aterro Sanitário	23
2.3.1.2 Leitões de Secagem.....	24
2.4 SOLUÇÕES DE DESTINAÇÃO FINAL	26
2.4.1 Aplicação Agrícola e Florestal.	26
2.4.2 Aplicação na Recuperação de Áreas Degradadas	27
2.4.3 Substrato	28
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30
3.1 LOCAL DA PESQUISA	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O esgoto urbano gerado é transportado para as estações de tratamento de esgoto através de redes coletoras, sendo o lodo um resíduo sólido gerado nos processos desses tratamentos, as alternativas de disposição são aterros industriais, incineração ou até mesmo utilização como condicionador de solo.

Este trabalho apresentou a correta disposição e destinação dos resíduos sólidos, que são gerados no tratamento de efluentes líquidos das estações de tratamento e as possíveis utilizações as quais estão sendo desenvolvidas para que minimize os impactos ambientais causados por determinadas atividades industriais.

A Lei nº 12.305 que institui a política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) classifica que destinação final ambientalmente adequada se faz com reutilização, compostagem, reciclagem reaproveitamento energético ou demais destinações admitidas pelos órgãos competentes (Sisnama, SNVS e Suasa), para que assim se evite danos à saúde pública e impactos ambientais. Já disposição ambientalmente adequada, não se difere, deve ser respeitando normas, garantindo a saúde e segurança pública, evitar impactos aos recursos naturais distribuindo de forma ordenada os rejeitos em aterros.

A resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Paraná (CEMA) 090/2013, classifica que os compostos de resíduos sólidos, produtos estes gerados a partir da separação orgânica de resíduos sólidos, podem ser reutilizados como fertilizantes orgânicos para uso agrícola e outros usos e, rejeitos todo aquele material que após esgotado as possibilidades de tratamento devem ser dispostos em aterros sanitários.

A vida útil de um aterro industrial é projetada para cerca de 20 anos com capacidade para receber 100% dos resíduos de uma cidade, após o esgotamento desse tempo, uma nova área deverá ser escolhida para receber novo aterro, dessa forma toda reutilização de resíduos gerados pela população e suas atividades devem ser priorizadas, pois um município não disponibiliza tantas áreas favoráveis para implantação de aterro sanitário.

O objetivo é esclarecer e demonstrar a necessidade em desenvolver tecnologias e processos que possam garantir a qualidade do meio ambiente dentro

dos processos operacionais das empresas, não somente para cumprir legislação, mas por conscientização da problemática ambiental.

O problema abordado nesta monografia é a preocupação com a disposição e destinação dos subprodutos gerados em seus processos, que utilizam diversos compostos químicos e a geração de resíduos sólidos provenientes do esgoto/efluente tratado. A destinação correta sempre será o Aterro sanitário Industrial? Haveria possibilidades de reaproveitamento desses resíduos em algum outro processo ou produto? Este trabalho apresentou as ações que se desenvolveu durante as atividades para assegurar o cumprimento da legislação e preocupações em garantir a qualidade do meio ambiente e os mananciais da região maringaense.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora a disposição final correta de acordo com a legislação brasileira hoje aplicada aos resíduos gerados em tratamentos de efluentes líquidos, sejam os aterros sanitários, o gerenciamento desses resíduos tem se apresentado em maior destaque para o setor sanitário e assim a bibliografia exemplificou com diversas pesquisas em torno de melhores resultados visando o gerenciamento dos sólidos de tratamento de efluentes, ampliar os serviços e a segurança do bem estar da população e garantia de conservação do meio ambiente.

O setor de saneamento enfrenta atualmente dificuldades crescentes com o gerenciamento de resíduos gerados nos processos de potabilização de água e tratamento de esgoto, (ANDREOLLI e PEGORINI, 2006 p. 1).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS DA ETE

A remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência do tratamento, (VON SPERLING, 2014, p. 261).

Os constituintes desse esgoto a serem removidos, devem alcançar um objetivo com eficiência no tratamento dos despejos domésticos e industriais gerados pelas atividades dos seres humanos, as quais sempre afetam a qualidade dos recursos naturais como água e solo.

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades em relatório divulgado do ano de 2013 com diagnóstico dos serviços de água e esgoto relata que no Paraná, o atendimento à população com sistemas de esgoto relativo ao percentual de assistência aos municípios atendidos com sistema de água, foram de 60,00% e seu índice de tratamento de esgoto foi de 98,28% conforme mostra a Tabela 1. Afirma-se que, conforme aumenta o atendimento à população, diminui a incidência de esgoto lançado in natura, em contrapartida os desafios das estações de tratamento

de efluentes líquidos aumentam e com isso a geração de resíduos desses sistemas e a responsabilidade de uma destinação ambientalmente correta.

Tabela 1: Indicadores de Serviços de Esgoto

Estado	Índice total de municípios atendidos	Índice de tratamento de esgoto
Paraná	60,00 %	98,28 %
Rio Grande do Sul	29,15 %	36,61 %
Santa Catarina	16,03 %	97,28 %

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (ANO).

Na Tabela 1 observa-se a região Sul do Brasil, o estado do Paraná apresenta um índice de municípios atendidos, maior que os outros estados da região, o índice de tratamento de esgoto, também satisfatório perante a realidade brasileira onde a implantação do saneamento básico ainda na atualidade não alcança a necessidade da população.

O processo de tratamento de esgoto gerou resíduos com composições tóxicas, presença de organismos patogênicos e grande carga orgânica a qual devem ter destinação correta a fim de se evitar impactos ambientais negativos, quando dispostos diretamente no solo e/ ou corpos hídricos.

O lodo de esgoto apresenta uma composição variável, dependendo da origem do esgoto, processos de tratamento e fatores sazonais, apresentando grande presença de matéria orgânica micro e macronutrientes, além de elementos potencialmente tóxicos, (BETTIOL e CAMARGO, 2006, p. 27).

O tratamento do esgoto em uma ETE consiste em níveis de tratamento, cujas etapas visam separar todo o resíduo sólido do efluente:

- Tratamento Preliminar: o início do sistema foi iniciado para a separação de areia, matéria orgânica e demais resíduos que por ventura acabam se agregando ao efluente.

Iniciou-se pelo gradeamento e desarenador; considerada etapa importante para o resultado final de todos os processos desenvolvidos no sistema, para garantir qualidade no subproduto final e sua destinação. O gradeamento tem por finalidade a retenção do material sólido presente no esgoto, e cada nova etapa do gradeamento é feita por grades em espessura grossa, média e fina para potencializar o processo. A remoção dos sólidos grosseiros é feita frequentemente por meio de grades [...] as

principais finalidades da remoção dos sólidos grosseiros são, proteção dos dispositivos de transporte de esgoto, das unidades subsequentes e proteção dos corpos receptores, (VON SPERLING, 2014 p. 278).

O processo do desarenador, a sua finalidade principal é a retirada da grande quantidade de areia presente nos esgotos, a retirada se faz necessário para que evite o comprometimento dos processos seguintes ou desgaste dos equipamentos utilizados nos sistemas.

- Tratamento primário, utilizado para a remoção da matéria orgânica suspensa levando a diminuição de DBO (demanda bioquímica orgânica), esses processos ocorreram dentro de reatores através de processo anaeróbio, onde as bactérias são responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, que faz com que os sólidos sejam sedimentados para os fundos desses tanques formando o lodo primário, através de bombeamentos transferidos para novos tanques com descargas orgânicas programadas.

Segundo VON SPERLING (2014, p 261), o tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica.

Para essa etapa dentro da estação de efluentes industriais o processo químico-físico ocorreu dentro de decantadores observa – se na Figura 1.

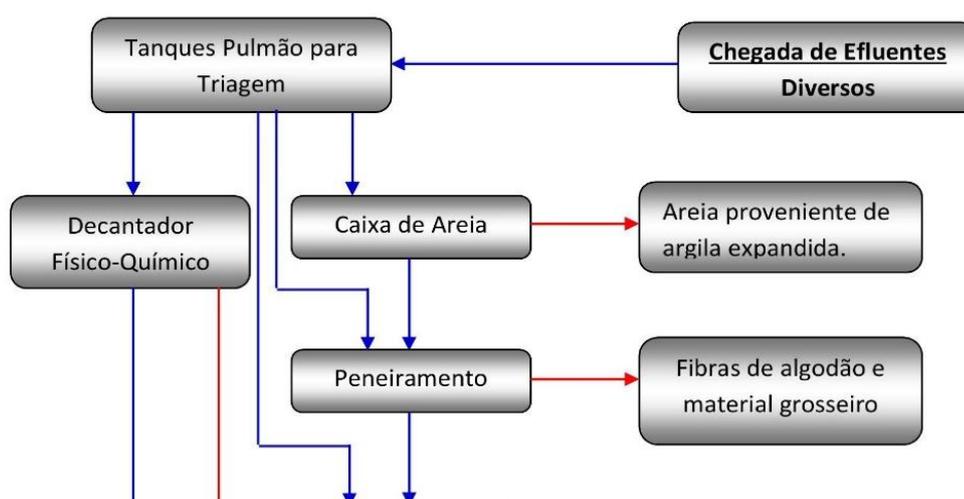


Figura 1: Fluxograma Processos da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais

Fonte: Hoepers, 2015.

No decantador físico-químico ocorre o processo com adição de produtos químicos, sedimentando os resíduos sólidos que se agrupam no fundo dos decantadores, originando subprodutos com carga química a qual deve-se observar correta disposição a fim de não acarretar contaminação no solo, VON SPERLING (2014, p. 285) nos explica que a eficiência do tratamento primário na remoção dos sólidos em suspensão e, em decorrência, DBO, pode ser aumentada através da adição de agentes coagulantes. Os coagulantes pode ser sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro, auxiliado ou não por um polímero.

- Tratamento Secundário: esse destaca-se a etapa biológica, consiste na degradação da matéria por agentes biológicos anaeróbios e aeróbios. O principal objetivo do tratamento secundário é a remoção da matéria orgânica, (VON SPERLING, 2014, p. 286).

Os processos de tratamento de lodo visam reduzir o teor de material orgânico biodegradável, a concentração de organismos patogênicos e o teor de água para que se obtenha um material sólido e estável, que não se constitua perigo para a saúde e possa ser manipulado e ser transportado com facilidade e a baixo custo (HAANDEL e SOBRINHO, 2006 apud ANDREOLI 2001, p. 8).

Esse processo ocorreu em filtros biológicos, desenvolvidos para que se alcance uma diminuição maior da carga orgânica e garantindo baixo custo no processo, já que não se utilizou energia elétrica para ocorrer o funcionamento dos equipamentos, estes foram instalados mediante a favorável tipologia do solo. Para compreensão de como ocorre o processo dos filtros biológicos, basicamente, um leito de material grosseiro, tal como pedras, brita, escória de alto-forno, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos, (VON SPERLING, 2014, p. 328). Esses sistemas são aeróbios e após alcançar certa quantidade de lodo, o mesmo é removido e redirecionado para os reatores de tratamento secundário e por seguinte a desidratação do lodo.

Na estação de tratamento de efluentes industriais, o processo consiste em lagoas de tratamento com processo de aeração e a ação microbiana auxilia na sedimentação dos resíduos presentes nos efluentes além de utilização de produtos químicos, a retirada desses sempre foram efetuadas através de sistemas mecânicos ou manualmente através de raspagens dos tanques. As lagoas de estabilização são

unidades especialmente projetadas, construídas e operadas com a finalidade de tratar os esgotos,(VON SPERLING, 2014, p. 287).

2.1.1 Resíduos Gerados no Processo de Tratamento

Os subprodutos gerados consistem em material gradeado, areia, espuma e lodo. Um dos objetivos de se trabalhar com esse resíduo seria a redução de seu volume, para que o mesmo possa ser disposto de forma adequada, diminuindo os custos de transporte, disposição final e, obviamente, os riscos de poluição do meio ambiente, (CORDEIRO,1999 apud REALI, 1999).

Ainda VON SPERLING (2014, p. 371) explica que, o tratamento dos subprodutos sólidos gerados nas diversas unidades é uma etapa essencial do tratamento dos esgotos.

2.1.2 Caracterização dos Resíduos

Material gradeado ou sólidos grosseiros: observou-se sua composição bem variada como plástico, material orgânico, grãos, pedaços de madeira, papel, cigarros, cabelos, etc. Esse material sempre foi retirado manualmente ou de forma mecânica pelo estado grosseiro. VON SPERLING (2014, p. 373) explica que o material orgânico presente nessa fase, varia em função das características do sistema de esgotamento e da época do ano.

Areia: Esta foi retirada em várias etapas do tratamento preliminar. A areia é removida em unidades denominadas desarenadores, que são decantadores com um baixo tempo de detenção hidráulica, suficiente apenas para decantação da areia, (VON SPERLING, 2014, p. 373)

Conforme a Figura 2, observa-se a aparência desses rejeitos as quais sua reutilização não é possível. A fotografia foi tirada em uma visita técnica a ETE de tratamento de esgoto urbano da cidade de Maringá em 12 de agosto de 2015. Esse rejeito foi registrado no tratamento preliminar do processo de tratamento dos

efluentes, após passar pela primeira grade de retirada de resíduos da chegada do efluente pelos condutores. Na primeira grade foi retido sólidos como galhos, sacos plásticos, ou seja, sólidos grosseiros, onde o processo foi efetuado de forma mecânica e manual para assim garantir um melhor resultado. E na segunda fase uma grade com menor espessura para retirada desses rejeitos, as quais foram identificados nessa figura em que a destinação foi o aterro industrial.



Figura 2: Resíduos Gerados no Tratamento Primário

Escuma, esse material se apresentou nos processos dentro dos decantadores, e reatores com processos anaeróbios onde um material flutuante ocupa a parte superior dos reatores, material denso composto por cabelo, restos de comida, resíduos plásticos, cabelos, pontas de cigarro, materiais graxos, óleos vegetais, papel pontas de cigarro.

De acordo com SOUZA (2006, p. 5) escuma, no contexto de reatores de tratamento de águas residuárias, é um subproduto de processo que se acumula na superfície dos tanques em geral. Potencialmente se constitui de materiais diversos, sendo, conseqüentemente, bastante heterogênea.

Os desarenadores normalmente não possuem equipamentos para a remoção da escuma. Esta escuma é usualmente removida nos decantadores secundários por raspagem da superfície, (VON SPERLING 2014, p. 373).

Esse material concentrou -se de acordo com os processos dos reatores, a produção ocorre no fato em se tratar de esgotos doméstico com grande concentração de gordura, graxos e material orgânico, devido a esta composição não é um resíduo a qual seja aconselhável ou, até o momento não se encontrou destinação que não seja o aterro industrial e sua retirada é feita através de bombeamento ou raspagem da superfície. O que se observou, foi que sua degradação natural efetuada por microrganismos presente nestes materiais ocorre favorecido pelo clima, a temperatura tem direta influência na biodegradação desse material, pois a ação dos microrganismos é mais intensa com aumento de temperatura, diminuindo a concentração desse material flutuante.

Lodo, esse resíduo está presente geralmente a partir dos tratamentos que ocorreram nos reatores anaeróbios, no tratamento biológico e após os processos nos decantadores. A composição do lodo sempre é presente de grande carga de microrganismos assim como os patogênicos como vírus, parasitos, bactérias assim como nos explica ANDREOLI et al (2001, p. 87), do ponto de vista biológico, o lodo concentra a maioria dos organismos presentes no esgoto sanitário, podendo constituir significativa ameaça à saúde pública.

“O termo lodo tem sido utilizado para designar os subprodutos sólidos do tratamento de esgotos. Nos processos biológicos de tratamento, parte da matéria orgânica é absorvida e convertida, fazendo parte da biomassa microbiana, a qual compõe o lodo secundário, constituído principalmente de sólidos biológicos, e por esta razão também denominado de biossólido.”(VON SPERLING, 2014, p. 372),

A estabilização deste lodo correu através da biodegradação da matéria orgânica, para assim eliminar o odor e os agentes patológicos e facilitar a disposição desse resíduo. A base do tratamento do esgoto é a estabilização biológica que envolve a transformação parcial da matéria orgânica em um gás e na produção de um resíduo estabilizado, (MÉNDEZ et al., 2005 apud JULIO, 2010, p. 25).

Esta ação foi observada principalmente na estação que utiliza reatores em que este lodo ficou retido dentro deste por até 60 dias, após este período foi feita uma descarga para nova fase onde passou para a desidratação e assim gerando realmente resíduos que necessitam de disposição e destinação. FERNANDES e SOUZA (2001, p. 29) apud ANDREOLI (2001) destaca o potencial desse resíduo de que o lodo é,

portanto, matéria-prima para os processos de tratamento biológico de esgotos e seu excesso passa a ser considerado um resíduo.

2.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS

A aplicação do gerenciamento dos resíduos gerados no processo de tratamento de efluentes, garante o melhor funcionamento do sistema de saneamento, permite a avaliação da geração desse resíduo, na questão do sistema da ETE o lodo, definindo estratégias para solução da problemática ambiental e a destinação final ambientalmente correta.

2.2.1 Soluções Desenvolvidas na Gestão dos Processos

A gestão desses subprodutos dentro das próprias ETE's sempre é um desafio já na concretização do projeto da estação a fim de garantir o sucesso do processo, as tecnologias empregadas devem ser adequadas com eficiência do tratamento e ainda garantir que novos impactos ao meio ambiente não seja gerado. A gestão de resíduos de uma estação de tratamento é um dos maiores desafios operacionais é também um desafio econômico, já que alguns estudos mostram que o processamento da fase sólida pode representar até 60% dos custos operacionais da estação, (FERNADES e SOUZA, 2001, p.31 apud ANDREOLI, 2001).

No sistema de tratamento de esgoto, aplicou-se sais metálicos como cal virgem, quando os resíduos já retirados em cada etapa de gradeamento, a qual a intenção é contenção de odor e a proliferação de vetores e agentes patológicos; na estação de efluentes industriais devido ao tipo de efluentes a serem tratados empregou-se o sulfato de alumínio na coagulação no decantador, o lodo seguindo para a desidratação e o efluente líquido gerou um subproduto como o aluminato de sódio que pode ser auxiliar em processos de floculação.

Os processos estudados dentro dessas estações demonstram busca no gerenciamento do meio ambiente. Nos processos no tratamento de efluentes

industriais foi observado que a cada nova etapa o lodo gerado nas anteriores foi direcionado com excelente aplicabilidade dando uma nova destinação aos subprodutos levando a uma diminuição da carga de resíduos que seguem para o Leito de secagem de acordo com a Figura 3, etapa esta onde o lodo de acordo com as classes (classe I ou classe II) são dispostos para a desidratação e assim sua disposição final. Na estação de tratamento dos efluentes industriais, o lodo foi desidratado em leitos de secagem. Conforme foi visualizado nessa Figura 3, o lodo foi condicionado de acordo com cada classe especificada na NBR 10004 separadamente em leitos, para então após o processo de desaguamento, seguir a disposição final. Esse condicionamento apresentou a importância desse processo para reduzir a umidade do lodo gerado e melhorar o transporte desse resíduo a sua disposição final em aterro.



Figura 3: Leito de Secagem

De acordo com a classificação do lodo, seja classe I ou classe II é feita sua destinação e transporte. Como mostra a figura 3 a aparência e coloração, se alteram de acordo com a classe e componentes do efluente, a distribuição dos resíduos para a desidratação é feita de acordo com a classe.

A Norma ABNT NBR 10.004:2004 classifica as classes como I aquele que apresenta periculosidade levando ao risco a saúde pública e ao meio ambiente,

Classe II os resíduos que não são perigosos e se dividem em sub-classes como se apresenta em classe II A não inertes e classe II B resíduos inertes.

A Resolução do Conama 313 de 2002, dispõe sobre “ O inventário Nacional de Resíduos sólidos Industriais”, classifica essas duas classes em seu anexo II apresentando a descrição para o tratamento, reutilização, reciclagem ou disposição final do resíduo.

Uma das soluções observadas nesse estudo para a destinação desses lodos foi o biodigestor, este sistema utilizou o lodo para a geração de energia que será reaproveitada no gerador a qual faz parte de outra etapa da ETE, o tratamento biológico, feito em um tanque aeróbio. O processo é realizado em reatores biológicos fechados, conhecidos como digestores anaeróbios, (VON SPERLING, 2014, p. 386).

A cada etapa aplicada ao sistema de tratamento de efluentes é reaproveitado o lodo pela sua qualidade e carga biológica que auxiliam nos processos, a diminuição de resíduos observada foi significativa maximizando o sistema operado e enviando cargas menores de resíduos para o sistema de desidratação e assim menor quantidade de subprodutos finais, considerados dejetos as quais devem ser dispostos em aterro industrial.

A companhia de saneamento básico da cidade de Maringá fornece dados sobre a coleta e tratamento de esgoto do município de Maringá em seu site, as quais a geração de resíduos é encaminhada para o aterro industrial de Apucarana ficou da seguinte forma como mostra a Tabela 2:

Tabela 2: Dados de Tratamento e Destinação Final

Destinação Final	Toneladas diárias	Esgoto tratado em Maringá	Esgoto Coletado em Maringá
Aterro de Apucarana	75	100 %	96,5 %

Fonte: Sanepar (ANO).

Outra solução empregada a qual foi estudado seria a destinação para a agricultura, ou seja valorização do solo com um produto rico em matéria orgânica.

Segundo GOMES et al (2001) apud ANDREOLI (2001, p. 165):

A reciclagem de lodos de ETEs, visando à valorização de solos, representa uma alternativa técnica, econômica e ambientalmente segura. O material orgânico presente nesses resíduos aumenta a resistência dos solos à erosão,

além de ser excelente fonte de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo, constituindo-se em boa alternativa para regiões agrícolas, especialmente aquelas caracterizadas pelo uso intensivo do solo ou onde há a proposição de técnicas de reflorestamento.

Esta solução foi observada nos trabalhos na Estação de tratamento de esgoto urbano, disponibilizando aos agricultores da região de Maringá o subproduto já tratado e higienizado, fazendo descarte adequado do resíduo final e ainda possibilitando recuperação de solos agrícolas com retorno econômico atrativo para esses agricultores já que esse material não tem custo de distribuição, a utilização de cal proporciona a calagem e possibilita a correção da acidez do solo onde ocorreu a aplicação nas áreas agricultáveis. A disposição no solo é também um processo viável e aplicado em diversos locais do mundo, (VON SPERLING, 2014, p. 297)

A disposição em solo agrícola somente é possível quando estes subprodutos se enquadram dentro da legislação ambiental do estado do Paraná, como a Sema 21 de 2009, que deve ser observado os critérios e procedimentos estabelecidos nesta resolução, para desta forma serem utilizados como enriquecimento do solo sem causar impactos negativos ao meio ambiente ou a saúde pública.

2.3 MÉTODOS E SOLUÇÕES DE DESTINAÇÃO

Entre cada etapa dos processos de tratamento dos efluentes em uma ETE, é necessário que se desenvolva métodos e soluções visando minimizar os efeitos que estes provocam negativamente ao meio ambiente, além de se desenvolver tecnologias para tratar esses resíduos de forma adequada.

2.3.1 Métodos

Muitas estações de tratamento de efluentes líquidos não desenvolvem todos os processos necessários para o tratamento e disposição final dos resíduos gerados em seus sistemas e, grande parte desses materiais são enviados para os corpos d'água, atribuindo grandes impactos ambientais negativos, impossibilitando a capacidade de depuração do corpo hídrico, esgotamento dos recursos naturais e maiores custos para tratamento de água potável para as populações.

Alternativas usuais para o aproveitamento ou disposição final do lodo de esgoto são: aterro sanitário, reuso industrial, incineração, conversão em óleo combustível, recuperação de solos, uso agrícola e florestal, (BETTIOL e CAMARGO, 2006, p. 25).

2.3.1.1. Incineração e Aterro Sanitário

Incineração é outro método utilizado para destinação dos resíduos gerados ao final dos processos da ETE, elimina possíveis riscos à saúde, mas apesar da redução do resíduo sempre haverá algum resíduo para se enviar para o aterro industrial, de toda forma não se exclui a utilização de áreas para disposição final desses resíduos como o aterro industrial. Devido aos altos custos tem se tornado inviável.

O aterro sanitário foi uma medida instituída pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, lei 12.305/10, a qual trouxe como solução para substituir os depósitos a céu aberto como os lixões, garantindo proteção ambiental. Estes deve constar em seu projeto o solo impermeabilizado a fim de proteger o solo, recursos hídricos, além de monitoramento durante a utilização e após o encerramento das atividades da área, para reaproveitar os gases gerados na decomposição da matéria que ocorre neste local. O descarte dos rejeitos em aterros sanitários tem como vantagens: a proteção do solo, da atmosfera e dos recursos hídricos, bem como a geração de energia através da transformação de gases tóxicos em biogás, (RAMOS, 2015).

Mas quais seriam as possibilidades de reaproveitamento desses resíduos em algum outro processo ou produto?

Segundo ANDREOLI E PINTO (2001, p XXI), este resíduo, a exemplo o lodo proveniente das estações de tratamento de água, exige também uma alternativa para a destinação final segura em termos de saúde pública e ambientalmente aceitável.

Para a instalação de estações de tratamento de efluentes, existem critérios a serem definidos, como áreas alagáveis que inviabiliza o projeto, atender a critérios de distância de um corpo hídrico, situação do solo, a declividade que favoreça ou não aos processos, proximidades das áreas habitadas, entre outras. Os impactos da implantação e da operação da estação devem ser levados em consideração, incluindo os impactos positivos [...] mas também impactos negativos associados a obra... (VON SPERLING, 2014, p. 409). O fato é, para a disposição final é exigido áreas com critérios que também devem ser seguidos de acordo com legislação, como é o caso dos aterros sanitários industriais. Mas a nossa questão supracitada nos leva a desenvolver alternativas de reciclagem desse resíduo, desenvolvendo assim novas atribuições ao que seria considerado somente dejetos, desenvolver tecnologias que sejam aplicáveis, baixo custo econômico, pois este é um fator a qual leva muitos empreendimentos a evitar operação de sistemas de reutilização ou reciclagem, que tenha operação e manutenção e como resultado a melhoria da qualidade de vida da sociedade que hoje vem sofrendo com as fontes de recursos naturais que se esgotam, conforme aumentam as populações e suas necessidades de consumo.

2.3.1.2 Leitões de Secagem

A desidratação natural em leitões de secagem ou centrifugas, são métodos que desenvolvem melhores resultados para a drenagem líquida, reduzindo o volume do lodo e auxiliando a remoção de matéria orgânica facilitando a destinação final. De acordo com VON SPERLING (2014, p. 391), os leitões de secagem são técnicas mais antigas [...] tendo um custo usualmente reduzido, se comparado com as opções mecânicas de desidratação, observa-se na Figura 4, a estrutura do leito de secagem.



Figura 4: Vista Interna do Leito de Secagem

Nessa unidade de estação de tratamento de efluentes como demonstra-se a Figura 4, o leito de secagem foi coberto e utilizou a evaporação e percolação da água para o desaguamento. Nessas unidades, deve-se ponderar se a vantagem de manter a água de chuva fora, compensa o custo da construção do teto e a perda da absorção de energia solar pela unidade, (PEDROZA et al 2006, p. 137).

HAANDEL et al (2006, p. 49), classifica que o condicionamento e desaguamento do lodo são etapas importantes para um sistema de tratamento sanitário, são nestas etapas do tratamento que o volume de lodo pode ser reduzido consideravelmente, tornando-o de mais fácil manuseio e diminuindo custos de transportes e disposição final.

As centrífugas proporcionam um custo na sua utilização, a qual se faz necessária somente quando a uma região com clima mais frio ou em períodos intensos de pluviosidade, como observado nesse estudo de caso, as ETE's classificam o leito de secagem o melhor método, pois não utiliza nenhum tipo de energia e a eficiência na desidratação natural proporciona ao sistema resultados qualitativos. Esses métodos possibilitam a redução de volume caso a disposição final deste seja o aterro industrial, auxiliando no transporte, caso a opção de disposição seja a incineração permitirá um processo mais eficiente sendo que houve uma redução maior da presença de água nesse resíduo relativamente considerável para o

processo, inibir a geração de odores e um quadro muito importante, evitar a produção de chorume.

2.4 SOLUÇÕES DE DESTINAÇÃO FINAL

No Brasil a maior parte dos lodos gerados no tratamento de efluentes, são destinados para aterros sanitários, e o custo dessa destinação são elevados e como declara POGGIANI et al, (2006, p. 159), perpetua a geração de poluentes. Várias pesquisas hoje no Brasil demonstram que existem aplicações que trazem soluções para essa problemática ambiental.

2.4.1 Aplicação Agrícola e Florestal.

Uma das alternativas que mais vem se aplicando para a reciclagem do lodo seria para fins agrícolas e florestais. O lodo é rico em matéria orgânica, e em macro e micronutrientes para as plantas, é recomendada sua aplicação como condicionador de solo e ou fertilizante, (BETTIOL e CAMARGO, 2006, p. 39). A sua composição vem acompanhada de toxicidade e patógenos do ser humano e alguns compostos orgânicos as quais sua utilização deve ser após tratamentos eficiente, para assim garantir a qualidade na utilização sem implicar em impactos ambientais negativos.

A Resolução Sema 021 de 2009, em seu anexo 6 declara, está vetado a utilização de resíduos procedentes do desarenador, gradeamento, lodo gerado após o tratamento de efluentes hospitalares, lodo de esgoto não estabilizado, exatamente para que seja evitado um impacto negativo. VON SPERLING (2014, p. 404) explica que no Brasil a resolução do CONAMA 375/2006 disciplina o uso do lodo de esgoto na aplicação agrícola, com caracterização em duas classes, Classe A para quaisquer culturas (respeitadas algumas restrições – ver a íntegra da resolução) e Classe B utilização restrita ao cultivo de café, silvicultura, [...] (respeitadas algumas restrições – ver a íntegra da resolução).

Mas os benefícios quando observado e aplicado as recomendações da legislação são comprovados como aumento da retenção de água no solo, melhor infiltração em solos argilosos, aumento da presença de macro e micronutrientes as quais o solo e as plantas necessitam como, nitrogênio essencial para o crescimento das plantas e seres vivos presentes no solo, fósforo, zinco, ferro, etc., com isso o aumento da produtividade agrícola.

O estudo da viabilidade técnica do uso de lodo de esgoto, juntamente com o monitoramento das alterações ocasionadas pelo uso do lodo, comprova, cientificamente, os efeitos do lodo no sistema agrícola, resultados estes fundamentais para a recomendação e disposição final do lodo na agricultura (COSTA et al 2001 apud ANDREOLI, 2001, p. 209).

2.4.2 Aplicação na Recuperação de Áreas Degradadas

A literatura considera áreas degradadas, aquela que sofreu algum tipo de perturbação seja ela, física, química ou biológica. SKORUPA et al (2006, p. 188) explica que essa terminologia é bastante diversa, sendo comum a ênfase em aspectos determinantes de um agrossistema degradado, como solo ou a cobertura vegetal.

O subproduto dos tratamentos de esgotos apresenta opção no auxílio de áreas degradadas. Temos na atualidade a preocupação e esforços para recuperação de solos degradados pelo uso excessivo da ocupação do solo, como a agricultura sem técnicas corretas para o cultivo e conservação do solo, a falta de cobertura vegetal em que torna um solo extremamente empobrecido e dificulta projetos de recuperação florestais e muitas outras situações em que a ação antrópica levou a degradação de ambientes naturais, erosões, perda de nutrientes, compactação do solo, agravamento pela ação das chuvas. A deficiência que ocorre em um solo degradado, sem cobertura vegetal, destaca -se a inexistência de matéria orgânica neste solo, assim como os nutrientes e as atividades biológicas que cooperam para a degradação da capacidade produtiva dessa área.

A composição química presente no lodo de esgoto tem capacidade para restaurar a deficiência dos solos de áreas degradadas, cujos nutrientes e matéria orgânica foram escassos pelo seu uso excessivo. O efeito do lodo de esgoto nas

condições físicas do solo tem sido avaliado há pelo menos quarenta anos. Os resultados dessas pesquisas mostram que os efeitos provenientes da adição de lodo ao solo são justificados principalmente pela grande quantidade de matéria orgânica apresentada por este resíduo, segundo BERNARDES (1982) apud ANDREOLI (2006, p. 200).

EPSTEIN et al (1976) apud de ANDREOLI (2006, p. 202), verificaram que a aplicação de doses de lodo de esgoto elevava o conteúdo de água no solo. A alteração no processo de infiltração do solo e absorção de água e a mudança do processo degradativo é eficiente além da comprovação no resultado de aeração do solo, capacitando um solo compacto ou com perda de solo ocasionado por escoamento superficial e erosões à reabilitação da sua capacidade produtiva.

2.4.3 Substrato

Aplicação do lodo como substrato é outra opção a qual a literatura evidencia excelentes resultados, este pode ser aplicado na produção de mudas com maior qualidade proporcionando excelentes condições químicas e físicas.

De acordo ANDREOLI et al (2006, p. 235), após secagem e higienização através do processo de compostagem, o lodo de esgoto torna-se benéfico ao desenvolvimento de mudas, com redução de custos com a compra de fertilizantes químicos e materiais para a formulação de substrato de forma econômica e suficiente.

A presença de nutrientes de um substrato é o que garante a qualidade e os resultados, um produto com eficiência equivalente ao produto comercializado no mercado ou até mesmo promover a substituição, garantindo redução de custos na produção e ainda proporcionando reciclagem de subprodutos que antes eram considerados rejeito e ocupando um único lugar para destinação, o aterro sanitário industrial.

A produção de mudas através de substratos é uma forma comum de produção utilizada pelo próprio produtor, que otimiza a eficiência do manejo inicial de espécies produzidas dessa forma, (ANDREOLLI et al, 2006, p.. 236). Sendo que a agregação do lodo higienizado nesse substrato, uma forma positiva em garantir eficiência neste processo, já aplicado hoje pelos produtores agroflorestais.

De acordo com trabalhos observados por ANDREOLLI et al (2006, p. 241) ele explica que, embora se observa uma grande variabilidade nos resultados, fica comprovado que em dosagens adequadas esses materiais podem corrigir deficiências no produto comercial ou mesmo substituí-los completamente

A busca e o interesse da sociedade em práticas sustentáveis nos leva a diversas soluções para incluir a reciclagem nos processos e soluções ambientalmente correta ainda pode-se citar a utilização do lodo de esgoto em compostagem, reciclagem na construção civil fabricando produtos como telhas e blocos e, assim reduzir custos de produção com a necessidade de reutilização dos resíduos gerados pelas nossas atividades.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida pelo estudo de caso, de empresas que atuam na cidade de Maringá no tratamento de efluentes líquidos, ocorreram em três visitas de campo entre julho e setembro de 2015, a qual foi possível acompanhar como os processos que se desenvolveu desde a chegada do esgoto, com registro de fotos da estrutura das ETE's, fotos dos resíduos, além de informações sobre as atividades coletadas com os engenheiros químicos e disposições dos resíduos dentro das ETE's até a destinação final que se aplicou

As informações coletadas com os engenheiros responsáveis pelas operações das ETE's (estação de tratamento de efluentes) foram objetivas desde ao início da geração do esgoto e como estes influenciam nos resíduos apresentados e coletados no processo de tratamento de esgoto, descrição de cada etapa desenvolvida, estrutura da área, quanto as medidas tomadas para que sejam utilizadas técnicas convencionais ou até inovadoras para que sejam alcançados excelentes resultados no sistema de tratamento, quais os processos necessários, qual o tipo de resíduos que cada etapa do tratamento gera, como são acondicionados e os produtos utilizados e a destinação dada pelas ETE's aos resíduos gerados.

A caracterização dos resíduos sólidos gerados, métodos aplicados e destinações desses resíduos no tratamento dos efluentes líquidos foi efetuada através de pesquisa bibliográfica qualitativa a qual a literatura apresentou trabalhos científicos e estudos de caso elaborados, em que os resíduos gerados no tratamento de efluentes pode ser utilizado como base para novos produtos e sua reciclagem efetuada dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira.

O projeto de uma estação de tratamento de esgoto deve contemplar toda a operação visando a disposição desse lodo que é produzido ao final dos processos, garantindo o tratamento, proteção do solo e demais recursos naturais, evitando um novo problema ambiental, (BETTIOL e CAMARGO, 2006, p. 25).

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O estudo de caso ocorreu na cidade de Maringá no Paraná, em duas estações de tratamento de esgoto. Uma dessas estações de tratamento efetuou processos somente com esgotos gerados nas industriais como águas residuais utilizadas nos processos, produtos gerados a qual não poderão ser comercializados foram tratados e esgotos propriamente sanitário e uma segunda estação de tratamento da cidade, responsável pelo tratamento de esgoto sanitário urbano gerado no município.

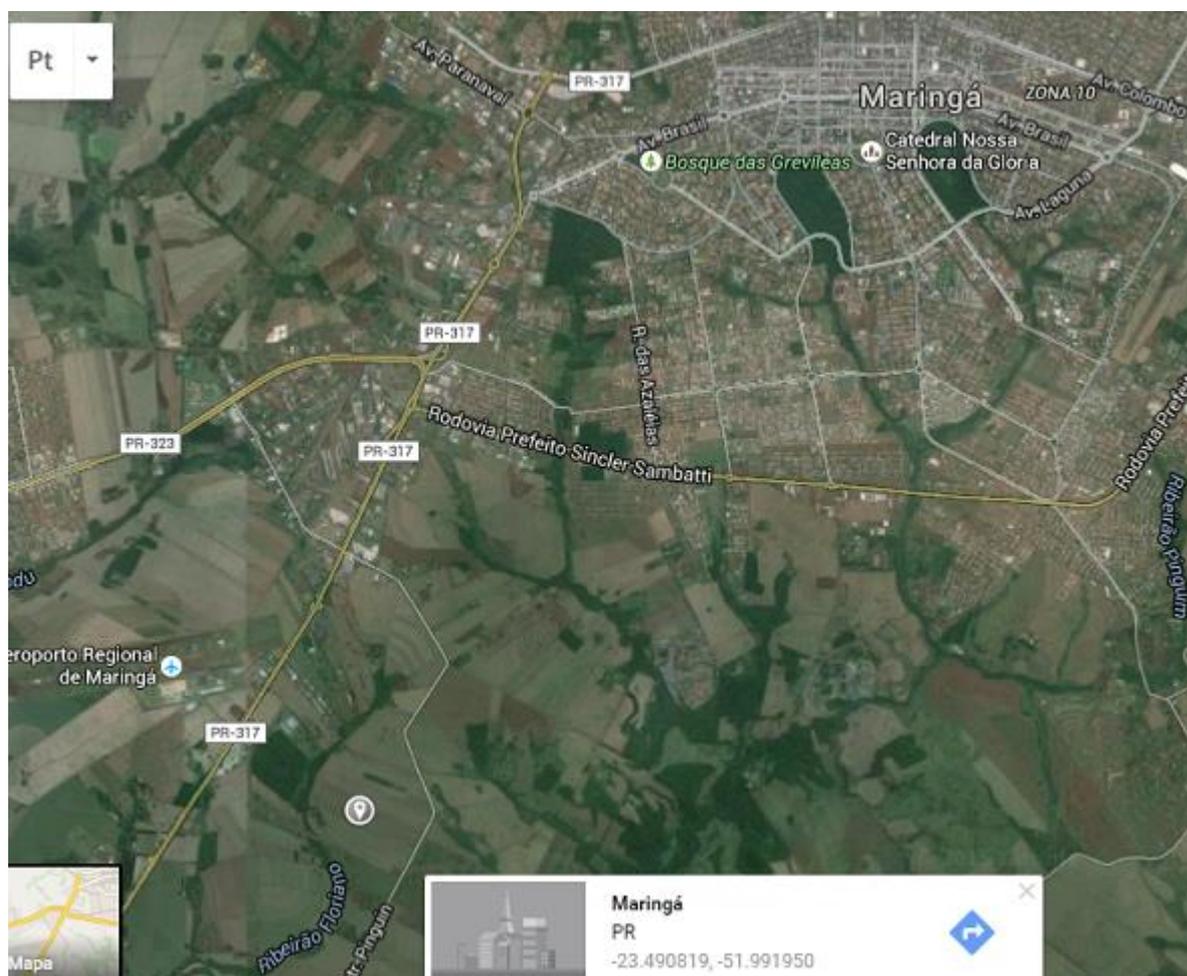


Figura 5: Localização em Maringá das ETE's

Fonte: Google Earth (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toda a pesquisa foi conduzida com o intuito em demonstrar soluções as quais sejam possíveis evitar a contaminação do solo, corpos d'água e ainda evitar disponibilizar novas áreas para aterros sanitários onde devem ser destinados todo rejeito de acordo a Lei nº 12.305/2012, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) pois, existe pouca disponibilidade de espaço. Além de alternativas possíveis para os resíduos produzidos nos processos de tratamento de esgoto, conduzido a um reaproveitamento desses subprodutos em novos processos.

Observou-se que o esgoto no Brasil ainda não existe um índice aceitável de tratamento e assim uma proteção do meio ambiente e da saúde da população, mas que algumas cidades brasileiras como Maringá tem desenvolvido um tratamento de esgoto e por assim gerando o lodo e sua necessidade de destinação correta e ambientalmente aceitável, pode-se observar abaixo na Tabela 3, a situação atual do saneamento:

Tabela 3: Saneamento Básico no Brasil por Faixa Etária

População	Sem esgoto	Sem água encanada	Sem coleta de lixo
0 a 15 anos	45%	23%	37%
> 60 anos	37%	18%	30%

Fonte: Fundação Getulio Vargas (2000).

Relacionado acima a situação do saneamento básico no Brasil de acordo com a faixa etária, onde é possível observar que ainda é grande a necessidade de introdução de todo um sistema de saneamento para a qualidade de vida das cidades. Assim como Maringá e outras cidades do Brasil, que está localizada próximo a regiões agrícolas é possível destinar o lodo tratado para alternativas como condicionantes de solo. Em cidades distantes dessas áreas são necessários projetos de tratamentos de esgoto tanto urbano como industriais, que não requeiram destinação exclusivamente para aterros sanitários. Dessa forma, além da necessidade de um adequado monitoramento, há que se trabalhar no sentido de evitar o lançamento de esgotos industriais no sistema, (BETTIOL e CAMARGO, 2006, p. 27).

De acordo com a pesquisa bibliográfica disponível e apresentado no presente trabalho, existem hoje muitas pesquisas desenvolvidas em transformar os resíduos gerados no tratamento de esgoto, em produtos alternativos como na agricultura, mas a presença de patógenos e metais pesados exige cuidados na desinfecção, (KITAMURA, 2006 apud BETTIOL E CAMARGO, 2006, p. 12).

No estado do Paraná o Instituto ambiental do Paraná (IAP) aplica critérios para a aplicação do lodo na agricultura a fim de controlar os riscos de impactos negativos ambientais e na saúde da população e no meio biótico, controlando as quantidades desse resíduo a ser aplicados no solo, assim como a origem desse resíduo, pois, como apresentado no trabalho, resíduos gerados no tratamento de efluentes industriais, contém metais pesados, tanto aplicados no processo das ETE's como anteriormente utilizados nos processos industriais. Sendo desta forma, a ETE a qual instalou um sistema voltado para os esgotos especificamente urbano teve maiores possibilidades de se enquadrar nesses critérios aplicados pelo órgão ambiental, devido a sua carga orgânica em grande parte, não apresentar a presença de efluentes da indústria, este é claro comprovado após análises ambientais em laboratórios.

Quanto a aplicação dos leitos de secagem, os resultados demonstrados na literatura, leva a entender sua necessidade, de acordo com SEWEL (1978) apud POGGIANI et al (2006, p. 164), a maioria dos lodos de esgoto contém mais de 95% de água e isso encarece seu transporte. Outros benefícios demonstrados é a redução no consumo de energia não utilizando processos mecanizados como as centrifugas e, evitou a utilização de produtos químicos para o desaguamento. Além de ser um método muito simples, o custo de instalação e operação geralmente é muito inferior, (PEDROZA et al 2006, p. 110). Este sistema foi utilizado dentro das duas estações de tratamento de esgotos observadas neste trabalho, com maior destaque na ETE para tratamento de efluentes industriais, onde os resultados foram mais satisfatórios, pois dispôs de leito de secagem com cobertura evitando que o tempo necessário para a percolação e evaporação da água fosse prejudicada pelo período de chuvas.

Analisando economicamente os processos de reaproveitamento do lodo, chegamos à conclusão que se faz necessário devido ao que conforme aumenta os processos de um sistema de tratamento de acordo com o crescimento populacional, surge a necessidade de uma adequada e correta reutilização dos resíduos gerados nessas estações de tratamento já que, quanto maior o desempenho dessas ETE's maior será a quantidade de lodo gerado. A escolha de alternativas de disposição final

recai principalmente sobre os fatores econômicos, estando relacionados diretamente na escolha da alternativa à disposição ou método de processamento, (ANDREOLI et al 2006, P. 274).

As escolhas para a reciclagem e reutilização do lodo sempre estará ligada a critérios econômicos e claro a uma análise ambientalmente viável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O destino do lodo de esgoto hoje demonstra problemas sérios a serem resolvidos, as quais a reutilização, a reciclagem desse lodo com o desenvolvimento de técnicas adequadas e sustentáveis é possível desde que as empresas que possuem tratamento de efluentes líquidos desenvolvam uma análise ambiental com critérios definidos e projetos completos para a disposição desses resíduos.

Através deste trabalho, foi possível observar que a formulação de disposição e destinação destes resíduos ainda encontram-se inadequadas e que o setor privado está buscando melhores desenvolvimentos e tecnologias adequadas para que a operação desses sistemas de tratamento seja eficiente, mas ainda precisa desenvolver operações completas e com garantia de resultados positivos para a sociedade e a proteção dos recursos hídricos.

Os resultados encontrados na literatura para disposição e destinação do lodo de esgoto apresentou respostas positivas quanto a reciclagem dos resíduos e, demonstrou custos de produção com excelentes aplicabilidades para o setor.

Visto que os recursos naturais encontram-se em escassez e um dos mais afetados como corpos hídricos, que geralmente é o maior receptor de esgoto “in natura” necessita-se que os resíduos de esgotos sejam vistos com valor comercial.

A análise desta pesquisa levou a compreender soluções que são eficazes e podem substituir a disposição do lodo de esgoto em aterros sanitários industriais e que os benefícios das opções apresentadas à principal é minimizar os problemas ambientais com a grande quantidade de resíduos que são gerados nos tratamentos de esgoto e a utilização em áreas agricultáveis, assim como em projetos de recuperação florestal, a qual potencializa a produção e minimiza custos como a exemplo os insumos agrícolas.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10.004**. Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, (mai/2004).

ANDREOLI, C.V. (Coordenador); **Aproveitamento do lodo Gerado em Estações de tratamento de água e esgotos sanitários, inclusive com a utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos**, Edição 1, Curitiba : ABES, 2001. Projeto PROSAB 2.

ANDREOLI, C. V., PINTO, M. A.T.; **Resíduos sólidos do saneamento: Processamento, reciclagem e disposição final**. In: ANDREOLI, C. V, Coordenador, Prosab 2, Ed 1, ABES. Aproveitamento do lodo gerado em estações de tratamento de água e esgotos sanitários, inclusive com a utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos. Curitiba: RiMa Artes e Textos, 2001. p. XXI.

ANDREOLI, C.V. (Coordenador); **Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto**. Edital 4. Curitiba: Projeto Prosab, 2006.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.; **Lodo de Esgoto – Impactos ambientais na agricultura**. Edição 1ª Embrapa meio ambiente, Jaguariuna, 2006, p, 27.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 313, de 29 de Outubro 2002. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF , 22 nov. 2002.

BRASIL, Ministério das cidades. SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2013**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 23 setembro 2015.

BRASIL. Lei nº12.305 de 2 de agosto de 2010 – **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**: altera a Lei no 9.605, e dá outras providências, 12 de fev. 1998.

FERNANDES, F., SOUZA, S.G.; **Estabilização do lodo de esgoto**. In: ANDREOLI, C.V. (Coordenador), Prosab 2, Ed 1, ABES. Aproveitamento do lodo gerado em estações de tratamento de água e esgotos sanitários, inclusive com a utilização de técnicas consorciadas com resíduos sólidos urbanos. Curitiba: RiMa Artes e Textos, 2001, Cap 2, p. 31.

HAANDEL, A. V., SOBRINHO, P. A.; **Produção, composição e constituição de lodo de esgoto**. In: ANDREOLI, C.V. (Coordenador), Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto. Projeto Prosab, Edital 4ABES. Curitiba: Sermograf, 2006. Cap. 2,p.8.

HAANDEL, A. V., MIKI, M. K.; SOBRINHO, P. A.; **Tratamento da fase sólida em estações de tratamento de esgotos** – condicionamento, desaguamento mecanizado e secagem térmica. In: ANDREOLI, C.V. (Coordenador), Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto. Projeto Prosab, Edital 4ABES. Curitiba: Sermograf, 2006. Cap. 4, p.49.

JULIO, DE M.; VOLSKI, I.; FILHO, O.S.; FIORAVANTE, D. A.; **Evolução do sistema de esgotamento sanitário do município de Ponta Grossa**, v. 2, n. 1, abr./ 2010. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/>>. Acesso em: 02 set. 2015.

PARANÁ. Resolução Cema nº 090 de 22 de janeiro de 2013 - **Estabelece condições, critérios e dá outras providências, para empreendimentos de compostagem de resíduos sólidos de origem urbana e de grandes geradores e para o uso do composto gerado**.

PARANÁ. Resolução Sema nº 021 de 22 de abril de 2009 - **Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento**, p 6. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br/>. Acesso em 17 set. 2015.

PEDROZA, E. C. L., MOREIRA, E. A., CAVALCANTI, P.F.F., SOBRINHO, P. A., HAANDEL, A. V., ANDREOLI, C.V.; **Aplicação de leitos para secagem, de lodo gerado em estações de tratamento de esgotos**. In: ANDREOLI, C.V. (Coordenador), Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto. Projeto Prosab, Edital 4 ABES. Curitiba: Sermograf, 2006. Cap. 6,p.110.

POGGIANI, F., SILVA, P. H. M., GUEDES, M.C.; **Uso do lodo de esgoto em plantações florestais**. In: ANDREOLI, C.V. (Coordenador), Usos alternativos de lodos de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto. Projeto Prosab, Edital 4ABES. Curitiba: Sermograf, 2006. Cap. 6,p.164.

RAMOS, S.P.; **A lei da política nacional dos resíduos sólidos e a meta de implantação de aterrossanitários no Brasil**. Disponível em: < http://ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=14280&revista_caderno=5>. Acesso em: 02 NOV. 2015.

EALI, M. A. P.; **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água** /Marco Antonio Penalva Reali (coordenador),Rio de Janeiro : ABES, 1999.Projeto PROSAB. Cap 1, p. 3,4.

SANEPAR: **Serviços resíduos sólidos, notícias-tratamento de esgoto**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/>>. Acesso em: 23 set. 2015.

SOUZA, C. L. **Estudo quantitativo e qualitativo de espuma acumulada em reatores UASB tratando esgotos domésticos**. 2006. 130 f. Dissertação (Pós graduação em Saneamento, meio ambiente e recursos hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

SPERLING,V. M.; **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, Edição 4^a , Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.