



**ESPECIALIZAÇÃO EM ELABORAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS
PARA A GESTÃO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

**DESINFECÇÃO ALCALINA DO LODO: PROJETO DE
INTERVENÇÃO AMBIENTAL NAS ESTAÇÕES DE
TRATAMENTO DE ESGOTO DO DISTRITO FEDERAL**

**Brasília-DF
2018**

FABIANA DINIZ GUIMARÃES

**DESINFECÇÃO ALCALINA DO LODO: PROJETO DE INTERVENÇÃO
AMBIENTAL NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO DISTRITO
FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos, IFCE/ANA, como requisito parcial para a obtenção de Título de Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof^a: Me. Dayane de Andrade Lima

Brasília-DF
2018

FABIANA DINIZ GUIMARÃES

DESINFECÇÃO ALCALINA DO LODO: PROJETO DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO DISTRITO FEDERAL

Trabalho apresentado ao Instituto Federal do Ceará como requisito parcial da obtenção do título de Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos.

Data da aprovação: Brasília-DF, 12 de julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Me. Dayane de Andrade Lima
Orientadora IFPA/Campus Industrial de Marabá

Prof^a. Me. Jessyca de Freitas Lima Brito

Prof^a. Dr. Bruno Lúcio Meneses Nascimento

RESUMO

A sociedade e a comunidade científica têm evoluído nas discussões sobre as garantias de um ambiente saudável, quando o assunto é desenvolvimento e limitações dos recursos naturais. Dentre os problemas ambientais, um dos mais relevantes atualmente é a destinação final adequada para milhões de toneladas de resíduos gerados diariamente. Nesse contexto, a disposição final do lodo (resíduo proveniente do tratamento de esgotos) caracteriza-se como um desafio para os governantes e profissionais do setor. São várias as etapas para tratamento do lodo: adensamento, estabilização, condicionamento, desidratação, higienização e disposição final. O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto de intervenção para a implantação da etapa de desinfecção no lodo produzidos pelas ETE's do Distrito Federal, pois as plantas em operação não contemplam essa etapa do tratamento. A etapa da higienização merece destaque nos processos de tratamento do lodo, portanto neste trabalho será abordado o processo de desinfecção alcalina. O trabalho foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica sobre o assunto e todo o projeto deverá ser executado com base nas características do lodo gerado pelas ETE's do DF, sendo os seguintes parâmetros avaliados: quantidade de cal aplicada no processo, tempo de contato do lodo/cal, temperatura de trabalho e o custo total para implementação do sistema. Por fim concluiu-se que o projeto de intervenção é viável (barato e de simples execução) e promove o aumento das possibilidades de destinação final do lodo, atendendo às exigências da legislação CONAMA 375/06 e CONAM-DF 03/06.

Palavras chaves: lodos de esgotos, tratamento de lodos, disposição final, desinfecção alcalina.

ABSTRACT

Society and the scientific community have evolved in discussions about the guarantees of a healthy environment when it comes to the development and limitations of natural resources. Among environmental problems, one of the most relevant currently is the appropriate final destination for millions of tons of waste generated daily. In this context, the final disposal of sludge (waste from sewage treatment) is a challenge for government and industry professionals. There are several steps for the treatment of sludge: accumulation, stabilization, conditioning, dehydration, sanitation and final disposal. The objective of this work is to develop an intervention project for the implementation of the disinfection stage of the sludge produced by the ETE's of the Federal District, as the current plants do not contemplate this stage of the treatment. The sanitation stage deserves to be highlighted in the sludge treatment processes, therefore in this work the alkaline disinfection process will be approached. The work was developed through bibliographic research on the subject and the whole project should be executed based on the characteristics of the sludge generated by the ETE's of DF, being the following parameters evaluated: amount of lime applied in the process, time of contact of the sludge / lime, working temperature and the total cost to implement the system. Finally, it was concluded that the intervention project is feasible (inexpensive and simple to implement) and promotes the increase of the possibilities of final disposal of the sludge, meeting the requirements of the CONAMA 375/06 and CONAM-DF 03/06 legislation.

Key words: sewage sludge, sludge treatment, final disposal, alkaline disinfection.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	8
2.0 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3.0 METODOLOGIA	9
4.0 REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1 TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS	10
4.2 LODO GERADO NOS DIVERSOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	10
4.3 LODO DE ESGOTOS: CONCEITO E CARACTERÍSTICAS	12
4.4 TRATAMENTO PARA O LODO GERADO	13
4.4.1 Desinfecção alcalina de lodo de esgoto	15
4.5 ALTERNATIVAS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO	16
4.6 RISCOS ASSOCIADOS AO USO DO LODO	18
4.6.1 Metais pesados	18
4.6.2 Micro-organismos patogênicos	19
4.6.3 Poluentes orgânicos	19
4.7 LEGISLAÇÃO APLICADA AO LODO DE ESGOTO	19
5.0 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
6.0 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	24
6.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	24
6.2 JUSTIFICATIVA	24
6.3 OBJETIVO	24
6.4 RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS	25
6.5 AÇÕES DE INTERVENÇÃO	25

6.6 ATORES ENVOLVIDOS	25
6.7 RECURSOS NECESSÁRIOS	26
6.8 ORÇAMENTO	26
6.9 VIABILIDADE	26
6.10 CRONOGRAMA	27
6.11 GESTÃO, ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO	27
7.0 TERMO DE REFERÊNCIA	28
7.1 OBJETO	28
7.2 JUSTIFICATIVA	28
7.3 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL	28
7.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS	28
7.5 CRITÉRIO DE JULGAMENTO	29
7.6 PRAZO, LOCAL E CONDIÇÕES DE ENTREGA	29
7.7 OBRIGAÇÃO DAS PARTES	29
7.8 ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO	31
7.9 PAGAMENTO	31
7.10 SUBCONTRATAÇÃO	31
7.11 SANÇÕES	31
7.12 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES	32
8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande demanda por tecnologias alternativas para disposição de esgotos, porém essas tecnologias devem ser economicamente viáveis, tecnicamente operacionais, socialmente aceitáveis, além de garantirem uma proteção adequada à saúde pública (PASSAMANI, *apud* ANDRAUS *et al.*, 1999).

O Distrito Federal (DF) se destaca no Brasil pelos elevados índices de atendimento por sistemas de esgotamento sanitário. São 17 Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) em operação, que empregam tecnologias de tratamento diversificadas e geram diariamente cerca de 300 toneladas de lodo (BATISTA, 2015).

O gerenciamento do lodo de esgoto, proveniente de estações de tratamento, é uma atividade de grande complexidade e alto custo, que, se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados destes sistemas (PEDROSA *et al*, 2010).

São várias as alternativas para destinação do lodo, porém vários aspectos devem ser observados quanto ao tipo de lodo e sua aplicação. Dentre os métodos para a higienização, destacam-se, pela sua facilidade operacional e baixos custos operacionais, a compostagem e a calagem.

Devido à grande importância desse processo, verifica-se que a problemática extrapola os limites das estações de tratamento e exige a integração com outros setores da sociedade. Infelizmente muitos projetos de estações de tratamento simplesmente ignoram a forma de destino do lodo, que acaba sendo gerenciado em situação emergencial pelos operadores, comprometendo, em alguns casos, os benefícios de todo o sistema de coleta e tratamento de esgotos (ANDREOLI, 2001).

O tratamento de esgotos domésticos resulta na produção de lodo, rico em matéria orgânica e nutrientes, que necessita de disposição final adequada. Embora apresente apenas de 1% a 2% do volume de esgoto tratado, a produção de lodos já se tornou um problema que, além de acumular passivos ambientais, pode representar de 20% a 60% dos custos operacionais de uma Estação de Tratamento de Esgotos (VON SPERLING; ANDREOLI, 2001).

Nesse contexto surge a aplicação de cal com a finalidade de higienização do lodo visto que tal processo consiste na mistura de cal virgem ao lodo em proporções

que variam de 30% a 50% do peso seco do lodo. A caleação é um método bastante difundido principalmente por apresentar baixo custo e facilidade de aplicação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade da desinfecção do lodo desaguado gerado no tratamento de efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto do Distrito Federal.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o lodo desaguado gerado nas ETE's do DF;
- Definir os procedimentos para a desinfecção alcalina do lodo desidratado;
- Determinar os custos do processo de desinfecção do lodo;
- Higienizar o lodo desidratado a fim de atender a resolução CONAMA 375/06.

3. METODOLOGIA

Para a realização do projeto de intervenção será necessária pesquisa bibliográfica sobre a desinfecção do lodo e o referido trabalho será baseado nas características do lodo gerado por todas as ETE's do Distrito Federal.

Para a implantação do sistema de desinfecção de lodo, deverão ser desenvolvidas as seguintes atividades:

- Determinar a quantidade de lodo produzida, a umidade e a porcentagem de Sólidos Totais (ST) através do levantamento dos dados operacionais da ETE nos últimos 5 anos;
- Determinar a quantidade de cal utilizada na higienização do lodo com base em estudos científicos publicados e orientações determinadas pelo fornecedor do sistema de desinfecção;
- Estimar o custo dos processos utilizados na desinfecção do lodo, buscando os valores praticados no mercado através da solicitação de orçamentos;
- Aumentar as possibilidades de destinação final do lodo, tornando-o lodo Classe A, atendendo as exigências da legislação CONAMA 375/06 e CONAM-DF 03/06.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Tratamento de Efluentes Sanitários

Os esgotos costumam ser divididos em dois grupos: industriais e sanitários. Os esgotos sanitários são os esgotos constituídos essencialmente de efluentes domésticos, de uma parcela de águas pluviais, águas de infiltração, e eventualmente de uma parcela não significativa de efluentes líquidos industriais, tendo características bem definidas (JORDÃO; PESSOA, 2005).

No Brasil o sistema coletor de esgotos adotado é o denominado separador absoluto, ou seja, aquele concebido para coleta somente das águas residuárias, a coleta de águas pluviais é realizada por sistema específico para essa finalidade (SCALCON, 2014).

Com a crescente necessidade de conter a poluição dos mananciais e a escassez de água, que compromete algumas regiões do país, é necessário e oportuno que o tratamento do esgoto doméstico seja ampliado, reduzindo os impactos de sua deposição inadequada e conseqüente amortização dos prejuízos ambientais. Contudo, parte da população brasileira não conta com os serviços básicos de saneamento (QUINTANA *et al*, 2011).

O lançamento dos esgotos "*in natura*", nos corpos hídricos, provoca interferência direta no ambiente aquático, afetando suas características físicas, químicas e biológicas. Esse impacto é causado, em parte, pelo incremento na disponibilidade de matéria orgânica, que causa o desequilíbrio das interações estabelecidas no ecossistema aquático. Por esta razão, um dos principais objetivos do tratamento das águas residuárias é remover a matéria orgânica presente. A remoção do material orgânico, quase que invariavelmente, é feita por meio de processos biológicos, por serem esses naturais e, portanto, mais baratos e mais confiáveis do que outros. Em sistemas biológicos de tratamento de esgoto, normalmente as bactérias são as responsáveis pela degradação ou estabilização da matéria orgânica (BATISTA, 2015).

Dessa forma, ao final do processo de tratamento de esgotos, é gerado um resíduo em quantidade e qualidade variáveis, denominado genericamente por lodo de esgoto ou biossólido, quando processado. Tal resíduo consiste em um problema ambiental crescente, sendo prejudicial à saúde e ao meio ambiente se não for tratado, descartado e/ou reciclado adequadamente (ANDREOLI, 2001a).

4.2 Lodo gerado nos diversos sistemas de tratamento de esgoto

De acordo com Pedroza *et al* (2010), estima-se que a produção de lodo de esgoto no Brasil está entre 150 a 220 mil toneladas de matéria seca por ano. Essa

quantidade é relativamente baixa, se comparada aos países mais desenvolvidos, porém espera-se que ela aumente à medida que novas estações de tratamento de efluentes sanitários forem construídas pelos gestores públicos.

A produção de lodo a ser gerada depende dos sistemas de tratamento utilizados para a fase líquida (em princípio, todos os processos de tratamento biológico geram lodo). Aqueles que recebem o esgoto bruto em decantadores primários geram o lodo primário, composto pelos sólidos sedimentáveis do esgoto bruto. Este tipo de material pode exalar um forte odor, principalmente se ficar retido um tempo elevado nos decantadores primários, em condições de elevadas temperaturas (VON SPERLING, 2002a).

Na etapa biológica de tratamento, tem-se o assim denominado lodo biológico ou secundário. Este lodo é a própria biomassa que cresceu à custa do alimento fornecido pelo esgoto afluente. Caso a biomassa não seja removida, ela tende a se acumular no sistema, podendo eventualmente sair com o efluente final (BATISTA, 2015).

Dependendo do tipo de sistema, o lodo primário pode ser enviado para o tratamento com o lodo secundário. Neste caso essa mistura passa a ser chamada de lodo misto. Algumas ETE's produzem lodo químico, quando incorporam etapa físico-química de remoção de nutrientes durante o tratamento terciário (VAN HAANDEL e MARAIS, 1999).

Segundo Andreoli *et al.*, (2001), dos sistemas de tratamento de esgoto, as lagoas de estabilização são as que geram a menor quantidade de lodo, ao passo que lodos ativados convencionais são os sistemas com o maior volume de lodo produzido. O **Quadro 1** ilustra a quantidade de lodo produzida nos sistemas de tratamento de esgotos:

Quadro 1: Quantidade de lodo produzida nos sistemas de tratamento de esgotos

Tipo de sistemas	Volume de lodo produzido (L/hab. dia)
Lagoas facultativas	0,05 – 0,15
Reator UASB	0,2 – 0,6
Lodo ativado convencional	3,1 – 8,2
Aeração prolongada	3,3 – 5,6
Lagoa anaeróbia	0,1 – 0,3
Filtro biológico de alta carga	1,4 – 5,2
Lagoa aerada facultativa	0,08 – 0,22

Fonte: METCALF e EDDY (2002) *apud* PEDROZA, (2010).

4.3 Lodo de Esgotos: Conceito e características

Segundo Jordão e Pessoa (2005), entre os resíduos do processo de tratamento de esgotos, o lodo adquire posição de destaque, merecendo especial atenção não só pelos grandes volumes gerados e por seu potencial de poluição, mas também pela complexidade de seu tratamento e pelos custos advindos de seu manejo adequado.

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, denominada genericamente de lodo biológico ou secundário, composto principalmente de sólidos biológicos, e é por esta razão que o lodo também é denominado de biossólido. (ANDREOLI; VON SPERLING; FERNANDES, 2001).

O lodo de esgoto apresenta-se tipicamente com 98% de água sendo que, dos sólidos contidos, 70 a 80% são matéria orgânica incluindo óleos e graxas. Também podem ser encontrados contaminantes, refletindo as características do esgoto bruto do qual ele foi derivado (CAMPOS; DAMASCENO, 1998).

Levantamentos feitos em vários países indicam que o volume de lodo produzido em uma Estação de Tratamento de Esgoto representa cerca de 1-2% do volume de esgoto tratado, entretanto seu tratamento e disposição final chega a atingir entre 30% e 50% do custo operacional da ETE (ANDREOLI, 2001a).

Nos sistemas de tratamento de esgoto, o lodo produzido concentra os nutrientes, a matéria orgânica, os metais pesados, os organismos patogênicos e outros elementos que podem oferecer risco à saúde e ao meio ambiente, caso não sejam controlados e monitorados adequadamente (BATISTA, 2015).

Ferreira *et al* (1999) definem o lodo digerido como aquele que sofreu processo de estabilização biológica obtida por biodigestores anaeróbios ou aeróbios, com redução de sólidos suspensos voláteis superiores a 40%. O lodo digerido anaeróbio é de cor marrom escura. Quando bem digeridos, tanto o lodo aeróbio como o anaeróbio, não possuem odor ofensivo.

O conhecimento da composição físico-química dos lodos é fundamental para a definição do tipo de disposição final. **O Quadro 2** abaixo demonstra a composição química típica de lodos primário e secundário não tratados:

Quadro 2: Composição química típica de lodos primários e secundários não tratados

Constituinte	Lodos primários não tratados		Lodos ativados não tratado	
	Faixa	Típica	Faixa	Típica
Teor de sólidos secos (%ST)	1-6	3	0,4-1,2	0,8
Sólidos Voláteis (%ST)	60-85	75	60-85	70
Graxas e gorduras (%ST)	5-8	6	5-12	8
Proteínas (%ST)	20-30	25	32-41	36
Nitrogênio (N,%ST)	1,5-4	2,5	2,4-5	3,8
Fósforo (P ₂ O ₅ , %ST)	0,8-2,8	1,6	2,8-11	5,5
Potássio (K ₂ O, %ST)	0-1	0,4	0,5-0,7	0,6
Sílica (SiO, % de ST)	15-20	-	-	
pH	5-8	6	6,5-8	7,1
Alcalinidade (mg/L como CaCO ₃)	500-1500	600	580-1100	790
Ácidos orgânicos (mg/L, HAc)	200-2000	500	1100-1700	1350
Poder energético, kJ/ Kg SSV	23.000-29.000	25.000	19.000-23.000	20.000

SSV: Sólidos Solúveis Voláteis, ST: Sólidos Totais

FONTE: Adaptado, em parte, de U.S EPA (1979), *apud* Metcalf e Eddy (2016).

A tecnologia de tratamento de esgoto utilizada tem influência direta na quantidade de lodo produzida. O processo aeróbio produz de 40-50 g./hab./dia, enquanto que, o anaeróbio em geral, produz quantidades menores de lodo, chegando a 16 g/hab./dia (AISSE *et al.*, 1999).

A menor quantidade de lodo produzida nos processos anaeróbios é devido às diferenças do metabolismo das bactérias anaeróbias (em relação às aeróbias) que utilizam menos energia do esgoto transformando a maior parte da energia em metano.

4.4 Tratamento para o lodo gerado

A maioria dos sistemas de tratamento de esgotos existentes no Brasil não contemplou o tratamento de seus resíduos. Assim, o lodo tem sido disposto em aterro ou lixões, ou têm se acumulado nas áreas das ETE's. Embora uma das alternativas para a disposição do lodo possa ser o envio para os aterros sanitários (codisposição com os resíduos sólidos urbanos), existem alternativas que indicam disposição mais adequada para esse tipo de resíduos (ROCHA, 2009).

O principal objetivo do tratamento do lodo de esgoto é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, conseqüentemente, reduzir os custos nos processos subsequentes. Esse tratamento se dá através de processos físicos, químicos e biológicos. Usualmente, o tratamento do lodo, após a sua geração, inclui uma ou mais das seguintes etapas (CASSINI, 2003).

- Adensamento: redução de umidade (redução de volume)
- Estabilização: redução de matéria orgânica (redução de sólidos voláteis)
- Condicionamento: preparação para a desidratação (principalmente mecânica)
- Desidratação: redução adicional de umidade (redução de volume);
- Higienização: garantir baixo nível de patogenicidade;
- Disposição final: destinação final dos subprodutos

O adensamento do lodo proveniente das unidades de tratamento da fase líquida consiste no aumento da concentração de sólidos nele contidos, pela remoção parcial da quantidade de água que caracteriza o seu grau de umidade (JORDAO; PESSOA, 2011). As alternativas de adensamento incluem o adensamento por gravidade e por flotação.

A Resolução do CONAMA n°. 375 de 2006 define a estabilização como um processo que leva os lodos de esgoto, destinados para o uso agrícola, a não apresentarem potencial de geração de odores e de atratividade de vetores, mesmo reumidificados (BRASIL, 2006, p. 2).

Segundo Ludovice (2001), os processos de estabilização têm como objetivo reduzir as concentrações de matéria orgânica e organismos patógenos do lodo bruto, primário ou secundário, podendo ser por meios biológicos, químicos ou térmicos.

O condicionamento é um processo físico ou químico no qual partículas menores de lodo se unem a partículas maiores formando agregados com dimensões superiores a estas partículas. O condicionamento do lodo pode ser realizado através da utilização de polímeros orgânicos, produtos químicos inorgânicos ou de tratamento térmico (ANDREOLI, 2001).

A desidratação do lodo tem como objetivo remover a água e reduzir ainda mais o volume, de forma a facilitar o transporte do lodo para o sítio de destino final.

Os processos de desidratação podem ser realizados por secagem natural (leito de secagem, lagoa de secagem de lodo) ou por secagem mecanizada (filtro prensa, filtro esteira, centrifugas e secagem térmica) (JORDA; PESSOA, 2011).

A fim de dar um destino sanitário e poder reutilizar o lodo desidratado, devem-se evitar os efeitos nocivos à saúde, sendo necessária a aplicação de um processo complementar de estabilização, denominado higienização. Este processo visa eliminar ou reduzir significativamente a densidade de microrganismos patogênicos, tornando o produto final biologicamente seguro para as diferentes aplicações desejadas (PASSAMANI, 2001).

Alguns processos de tratamento do lodo que podem ser empregados para o controle de patógenos são: compostagem, tratamento térmico, pasteurização, digestão aeróbia, digestão anaeróbia, radiação gama, radiação beta, e uso de cal (caleação) (ANDREOLI, 2001).

A destinação final pode incluir o uso agrícola, uso não agrícola, incineração ou disposição em aterro ou, até mesmo disposição inadequada em terreno baldio ou rio (VON SPERLING, 2001).

4.4.1 Desinfecção alcalina de lodo de esgoto

É fundamental que o lodo de esgoto seja submetido ao processo de desinfecção antes de ser destinado à agricultura, e, dentre os processos de higienização, o que vem sendo largamente utilizado é a aplicação de cal, pela maior facilidade de execução e menor custo (SIQUEIRA, 2017).

O procedimento se baseia na elevação do pH a níveis superiores a 12 durante duas horas, e, posteriormente, acima de 11,5 por mais 22 horas, com isso, há formação de um ambiente inapto para vida da maioria dos microrganismos nocivos, destruindo-os (BRASIL, 2006). Além da destruição dos microrganismos, após tal procedimento, o resíduo deixa de apresentar odor fétido (SIQUEIRA, 2017).

De acordo com Jordão e Pessoa (2011), o processo da estabilização alcalina (caleação), pode ser realizado adicionando cal ao lodo já desidratado, ao lodo cru ou através da utilização de outras tecnologias. Destas, o processo mais usual é o da adição da cal ao lodo já desidratado, misturando os dois componentes em uma tremonha apropriada. O uso da cal virgem é o mais apropriado, pois a reação com o lodo desidratado com teor de sólidos entre 25% e 30% pode aumentar a

temperatura em mais de 20°C, até 50°C, de acordo com a dosagem aplicada, e assim mais rapidamente inativar microrganismos e ovos.

O manual PROSAB/SANEPAR (PARANÁ, 1999) sugere o uso da cal virgem, variando de 30 a 50% do peso seco. Já Lousada (2015) afirma que a adição de cal hidratada a 15% do peso seco do lodo de esgoto foi eficiente para a eliminação dos patógenos, estando o resíduo apto para utilização agrícola, sendo praticamente a metade do menor valor sugerido pelos demais autores, reduzindo custos.

Segundo Passamani (2000), a calagem é um dos processos mais eficientes para a eliminação dos patógenos no lodo, além de atuar na estabilização e na desodorização do mesmo. Neste experimento foram testadas diferentes dosagens de calagem. Nas análises de viabilidade de ovos de helmintos não foram detectados ovos nos resultados dos experimentos, submetidos a 24 horas em contato com a cal, nas dosagens de 30, 40, 50 e 60%. Entretanto, nas menores dosagens (10 e 20%) foram encontrados 0,33 ovos/gMS e 0,44 ovos/g M), sendo que 53% destes ovos eram viáveis.

Apesar da divergência quanto à quantidade de cal a ser aplicada, há concordância quanto aos valores de pH a serem atingidos e ao tempo de duração do processo para garantir a desinfecção do lodo, atendendo à legislação vigente (SIQUEIRA, 2017).

4.5 Alternativas para a disposição final do lodo

A gestão do lodo produzido por uma estação de tratamento de esgotos é um dos maiores desafios para o sucesso técnico e operacional do sistema. Portanto, é necessário que os objetivos da estabilização do lodo em um determinado sistema sejam definidos ainda na fase de projeto da estação e fixado de acordo com o destino final previsto para o lodo (ANDREOLI, 2001a).

A disposição final adequada do lodo de esgoto é uma etapa fundamental no processo operacional de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Tendo em vista a importância social e o apelo ambiental que reside sobre o lodo, buscam-se alternativas para sua disposição, em especial as universidades e instituições de pesquisa, em conjunto com as empresas geradoras do lodo (SIQUEIRA *et al*, 2017).

A busca de alternativas viáveis para a disposição final de lodo de esgoto está entre uma das preocupações mundiais referente à gestão adequada de resíduos,

baseada nos princípios: para todos os resíduos devem ser buscados os meios de minimização da produção, maximização do reuso e da reciclagem e a promoção da disposição final e tratamento ambientalmente adequados. (ANDREOLI *et al*, 2001).

De acordo com Bettioli e Camargo (2005), algumas das alternativas encontradas para o aproveitamento ou disposição final do lodo de esgoto ou biossólidos são:

- Disposição em aterro sanitário (aterro exclusivo e codisposição com resíduos sólidos urbanos);
- Reuso industrial (produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento);
- Incineração (incineração exclusiva e coincineração com resíduos sólidos urbanos); disposição oceânica; recuperação de solos (recuperação de áreas degradadas e de mineração);
- “Landfarming” (tratamento no solo com ou sem vegetação)
- Uso agrícola e florestal (aplicação direta no solo, compostagem, fertilizante e solo sintético).

Dentre as principais destinações do lodo, a opção mais empregada é o descarte em aterros sanitários, porém, muitos destes aterros estão com sua capacidade praticamente esgotada. Sendo assim, existe a necessidade de se implantar alternativas para o uso deste resíduo através de práticas que permitam disposição final adequada e segura.

No Brasil, as pesquisas sobre o uso agrícola do lodo já trouxeram conhecimentos significativos para esta atividade em vários estados, gerando inclusive Normas Técnicas no Paraná, São Paulo, Distrito Federal, bem como elaboração da Resolução nº375/2006 CONAMA.

Apesar de ser uma alternativa viável do ponto de vista econômico e ambiental, o uso agrícola do lodo de esgotos demanda uma organização gerencial e técnica criteriosa, para que haja total segurança sanitária, ambiental e para que, ao mesmo tempo, o agricultor possa tirar o máximo proveito possível do uso do lodo de esgoto (BATISTA, 2015).

Na incineração, apesar dos micro-organismos patogênicos e compostos orgânicos serem eliminados, os metais pesados continuam presentes nas cinzas, tornando-se necessária uma disposição final adequada para a mesma. Uma disposição inadequada das cinzas pode acarretar a lixiviação dos metais presentes nas cinzas e estes serem absorvidos posteriormente pelas plantas (FONTES, 2003).

A aplicação de lodo de esgotos na construção civil vem sendo investigada há algumas décadas. O aproveitamento de resíduos nas indústrias de cerâmica branca não vem sendo difundido, visto que esse tipo de produto apresenta várias exigências quanto à composição, estabilidade etc. Nesse sentido, as indústrias de cerâmica vermelha e cimenteira apresentam um maior potencial de empregar resíduos na sua composição, pois suas composições podem apresentar valores de propriedades tecnológicas em faixas menos estritas (JÚNIOR *et al.*, 2010).

4.6 Riscos associados ao uso do lodo

O objetivo do sistema de tratamento de esgoto, quando produz o lodo, é concentrar as impurezas e o material potencialmente poluidor dos esgotos nesse subproduto. Assim, pela própria forma como é originado, o lodo é concentrador dos nutrientes, da matéria orgânica, dos metais pesados, dos microrganismos e de outros elementos que podem oferecer risco ao meio ambiente, caso não sejam controlados e monitorados adequadamente (KELM, 2014).

4.6.1 Metais pesados

O lodo de esgotos, dadas suas características, pode ser aplicado como condicionador de solo, entretanto, uma das principais limitações, que impossibilita a sua utilização em áreas agrícolas, refere-se a elevadas concentrações de metais pesados (FERREIRA *et al.*, 1999).

Muitos metais são, em determinadas quantidades, essenciais aos organismos, como é o caso do zinco (Zn), magnésio (Mg), cobre (Cu) e ferro (Fe), chamados micronutrientes, enquanto outros não desempenham qualquer função no metabolismo, sendo tóxicos às plantas e aos animais. O chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd) são metais pesados que não existem naturalmente em nenhum organismo, nem desempenham funções nutricionais ou bioquímicas, sendo prejudiciais em qualquer concentração (BATISTA, 2015).

4.6.2 Micro-organismos patogênicos

Nos esgotos sanitários são encontrados quatro grupos de organismos patogênicos: fungos, bactérias, vírus e parasitas. Estes micro-organismos se concentram no lodo de esgoto, sendo que a densidade de patógenos presentes é variável e dependente das características sanitárias da população e ao tipo de tratamento que o lodo foi submetido (ALAMINO, 2010).

A **Tabela 1** abaixo indica a correlação de agentes patogênicos e as respectivas doenças causadas segundo a WEF (Water Environment Federation):

Tabela 1: Agentes patogênicos correlacionados com as doenças causadas

ORGANISMO	DOENÇA PRINCIPAL	ORGANISMO	DOENÇA PRINCIPAL
Bactérias		Protozoários	
Salmonela typhi	Febre tifoide	Balantidium coli	Disenteria
Salmonella paratyphi	Febre paratifoide	Entamoeba histolytica	Disenteria amebiana
Shigella	Desinteria bacilar	Giardia lamblia	Giardiase
Vibrio Cholerae	Cólera		
E coli enteropatogênica	Gastroenterite		
Enterovírus		Helmintos	
Vírus da polio	Poliomielite	Ascaris lumbricoides	Ascariase
Vírus da hepatite A	Hepatite infecciosa	Trichuris trichiura	Tricuriase
Enterovírus (vários)	Meningite, encefalite	Ancilostoma duodenale	Ancilostomiase

FONTE: WEF (1996) *apud* JORDÃO e PESSOA (2011).

4.6.3 Poluentes orgânicos

A preocupação com compostos orgânicos perigosos está associada ao potencial de carcinogenicidade, mutagenicidade, teratogenicidade e risco substancial a saúde humana. As principais fontes de compostos orgânicos são: indústria química, de plásticos, produtos mecânicos, farmacêuticas, ferro e aço, petróleo, lavanderias, postos de gasolina e indústrias da madeira. Os poluentes mais comuns nos efluentes industriais são: cianeto, fenol, cloreto de metileno, tolueno, etilbenzeno, tricloroetileno, clorofórmio, naftaleno, acroleína, xileno, cresóis, acetofenoma, anilina, entre outros (CESARIO SILVA *et al*, 2001 *apud* SANTOS, 2003).

4.7 Legislação aplicada ao lodo de esgoto

As principais atividades de gerenciamento do lodo de esgoto no Distrito Federal são executadas de forma a atender as exigências legais de duas normas específicas: Resolução nº 375/2006, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA; e a Resolução nº 03/2006, do Conselho de Meio Ambiente do Distrito Federal - CONAM/DF.

Ambas as leis estabelecem os limites máximos admissíveis de concentração de metais pesados, a classificação dos tipos de lodo conforme a concentração de patógenos, as possibilidades de utilização de cada classe, além das necessidades de monitoramento da qualidade do lodo (BATISTA, 2015).

Em acordo com a Resolução CONAM nº03/2006 do Distrito Federal, para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto ou produto derivado deve apresentar o teor de cinzas, tanto nos lodos de esgoto Classes A e B, superior a 25% (base seca).

A partir da publicação n. 375/2006 do CONAMA, o lodo de esgoto foi submetido à classificação A e B, quanto às concentrações de agentes patogênicos:

- Classe A: os biossólidos enquadrados nesta classe são de uso irrestrito. O objetivo implícito da categoria Classe A é a redução da quantidade de patogênicos para níveis abaixo da quantidade mínima detectável, incluindo a análise de Coliformes Fecais, Salmonella, vírus, helmintos e protozoários. Para a redução da quantidade de patógenos segundo os níveis apresentados para a Classe A, devem ser empregadas tecnologias de redução avançada de patogênicos, como as apresentadas na Tabela 2.
- Classe B: o lodo de classe B tem seu uso restrito ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação. A Classe B objetiva assegurar que a quantidade de organismos patogênicos se encontra reduzida para níveis não comprometedores da saúde pública e do meio ambiente. De qualidade menos restritiva, é somente caracterizada através de coliformes fecais e ovos de helmintos.

Nesta mesma resolução, ficou determinada que, após cinco anos da data de publicação, estaria permitida a aplicação na agricultura apenas de lodo classificado como A, sendo as concentrações limites vigentes descritas na **Tabela 2**.

Tabela 2- Classes do lodo de esgoto segundo a densidade admissível de patogênicos e processos de tratamento recomendados (BRASIL, 2006):

Classificação	Densidade admissível	Processo/tratamento
Lodo Classe A	Coliformes termotolerantes <10 ³ NMP/g ST Ovos viáveis de helmintos <0,25 ovo/g ST Salmonella ausência em 10g ST Vírus <0,25 UFP ou UFF/g ST	Compostagem Secagem Térmica Tratamento Térmico Digestão aeróbia termofílica Irradiação e Pasteurização
Lodo Classe B	Coliformes termotolerantes <10 ⁶ NMP/g ST Ovos viáveis de helmintos <10 ovos/g ST	Digestão aeróbia Secagem em leitos Digestão anaeróbia Compostagem

(*) Siglas: NMP/g ST: Número Mais Provável por grama de sólidos totais UFF ou UFP/g ST: Unidades Formadoras de Foco ou de Placa por grama de Sólidos Totais

A **Tabela 3** abaixo mostra as densidades máximas de organismos admitidas segundo a legislação CONAM 003/2006:

Tabela 3- Agentes patogênicos no lodo de esgoto Classe A e B

Parâmetro	Máximo admissível	
	Lodo de esgoto Classe A	Lodo de esgoto Classe B
Coliformes termotolerantes	10 ³ NMP/g de matéria seca	2x10 ⁶ NMP/g de matéria seca
Ovos viáveis de helmintos	menor que 1 ovo a cada 4 g de matéria seca	-
Salmonella sp	ausência em 10 g de matéria seca	-
Vírus entéricos	menor que 1 UFP ou UFF por 4 g de matéria seca	-
Cistos viáveis de protozoários	menor que 1 a cada 4 g de matéria seca	-

*NMP: Número Mais Provável *UFF: Unidade Formadora de Foco * UFP: Unidade Formadora de Placa. Fonte: Resolução CONAM nº03/2006

A Resolução do CONAMA n.º 375 de 2006, artigo 12, proíbe o uso de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivos olerícolas, tubérculos e raízes, culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo (BRASIL, 2006).

5. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Distrito Federal possui uma área territorial de aproximadamente 5.800 Km² localizada a 15°47' de latitude sul e a 47°56' de longitude oeste, subdividida em 31 Regiões Administrativas, RA's, (GDF, 2018).

Segundo dados do IBGE (2017), a população estimada para Brasília é de 3.039.444 habitantes. Estudos de 2015 indicaram que o salário médio mensal da população era de 5.7 salários mínimos e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 46.7% (IBGE, 2018).

O clima do Distrito Federal é característico da região de cerrados, definido como continental tropical semiúmido, com temperatura média 25°C, chegando ao máximo de 40°C no verão. Possuem duas estações bem definidas, a estação seca que, normalmente, vai de abril a setembro e estação chuvosa, de outubro a março (MAIA, 2006).

A cidade fica a cerca de 1.000 metros do nível do mar e tem relevo predominantemente plano. O ponto mais alto é o Pico do Roncador, com 1.341 metros, localizado na Serra do Sobradinho (GDF, 2018).

Brasília faz parte do Planalto Central, Centro-Oeste do Brasil, onde se encontram as cabeceiras de afluentes de três dos maiores rios brasileiros: Rio Maranhão (afluente do Rio Tocantins), o Rio Preto (afluente do São Francisco) e os rios São Bartolomeu e Descoberto, tributários do Rio Paraná (GDF, 2018).

A maior influência do PIB está relacionada ao setor de serviços e ao funcionalismo público. O setor agropecuário no Distrito Federal, assim como a indústria, exerce pequeno impacto no desempenho global, pois responde apenas por cerca de 0,4% do PIB local (CODEPLAN, 2014).

São cinco os subsistemas produtores de água (Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho-Planaltina, Brazlândia e São Sebastião), com capacidade total para produzir 9441 L/s, abastecendo 99,06% da população. Em relação aos sistemas de esgotamento sanitário, o atendimento é de 87,09% da população (CAESB, 2018).

O Distrito Federal é atendido por estações de tratamento de esgotos com configurações bastante distintas. Algumas possuem processos de tratamento de esgotos simplificados como as estações do Torto e de Brazlândia, outras possuem

fluxogramas complexos como, por exemplo, as estações Brasília Norte, Brasília Sul, Gama e Melchior (SIESG, 2013).

O processo de tratamento de esgotos, ao longo de suas etapas, dá origem a diferentes tipos de lodo de esgotos, que por sua vez, passam por fases distintas de tratamento. A **Tabela 4** descreve os tipos de lodo gerados nas ETE's do Distrito Federal:

Tabela 4: Tipos de lodo gerados nas ETE's do Distrito Federal

<i>ETE's do DF</i>	Lodo primário	Lodo digerido	Lodo aeróbio não estabilizado	Lodo aeróbio estabilizado	Lodo anaeróbio estabilizado	Lodo misto	Lodo químico
ETE Sobradinho	X	X	X				X
ETE Brazlândia					X		
ETE Brasília Sul	X	X	X				X
ETE Brasília Norte	X	X	X			X	X
ETE Torto					X		
ETE Samambaia					X		X
ETE Paranoá					X		
ETE Riacho Fundo		X	X				
ETE Alagado					X		X
ETE Planaltina					X		
ETE Recanto das Emas			X		X		
ETE São Sebastião					X		
ETE Vale do Amanhecer					X		
ETE Santa Maria					X		
ETE Gama				X			X
ETE Melchior				X			X

FONTE: BATISTA, 2015.

As diferenças mais significativas quanto à variabilidade dos tipos de lodo gerados estão ligadas, obviamente, àquelas ETEs de processos mais complexos. Devido a essa variabilidade, observa-se também uma composição diferenciada dos tratamentos de lodo, denominado tratamento da fase sólida, que também apresenta variações de acordo com o tipo de lodo, instalações das ETEs, localidade, entre outros (BATISTA, 2015).

6. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

6.1 Identificação do problema

A gestão do lodo, proveniente de diferentes etapas do tratamento de esgotos, representa um problema de elevada complexidade. Infelizmente tal etapa é esquecida na maioria dos processos de tratamento de esgoto.

As Estações de Tratamento de Esgotos do Distrito Federal empregam tecnologias de tratamento diversificadas e geram diariamente cerca de 300 toneladas de lodo, porém as mesmas não preveem nos fluxogramas de tratamento da fase sólida etapas para higienização do lodo (BATISTA, 2015).

6.2 Justificativa

A gestão adequada do lodo de esgotos constitui-se em um desafio para os projetistas e operadores dos sistemas, pois a disposição final desse resíduo tornou-se um dos problemas ambientais urbanos mais relevantes da atualidade (BATISTA, 2015).

No tratamento de águas residuárias, durante o processo de sedimentação, grande parte dos organismos existentes, no esgoto, coprecipita junto com as partículas orgânicas, concentrando-se no lodo (ILHENFELD *et al.*, 1999).

Para o lodo, o nível de redução de patogenicidade é definido em função das exigências estabelecidas para cada destino a ser dado ao lodo. O lodo, ao ser disposto no solo, não deve causar danos à saúde da população, nem impactos negativos ao meio ambiente (BATISTA, 2015).

Dessa forma, para se promover o destino sanitário adequado e a utilização dos lodos de esgoto, é necessário que ele passe por um processo complementar de estabilização, denominado higienização. Este processo visa eliminar ou reduzir significativamente a densidade de micro-organismos, tornando o produto final biologicamente seguro para as diferentes aplicações desejadas (PASSAMANI *et al.*, 2002).

6.3 Objetivo

Desenvolver um projeto para a implantação da etapa de desinfecção do lodo desaguado, gerado nos processos de tratamento de esgoto das ETE's do Distrito Federal. A finalidade da desinfecção do lodo é diminuir a patogenicidade do lodo e

assim aumentar as possibilidades de destinação final atendendo aos parâmetros estabelecidos na legislação pertinente.

6.4 Resultados e impactos esperados

Considerando que nenhuma das estações de tratamento de esgotos no DF gera lodo do tipo Classe A, espera-se que após a desinfecção, a classificação “classe A” seja atingida a fim de permitir outras formas de disposição final desse lodo, visto que atualmente o lodo é destinado somente à recuperação de áreas degradadas.

A higienização do lodo promove além da redução de patógenos a redução de umidade, o que reduziria os custos com transporte e manejo do lodo.

A gestão do lodo é um dos maiores desafios para o sucesso técnico e operacional do sistema. 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 (ANDREOLI, 2001).

6.5 Ações de intervenção

- * Confirmação de recursos disponíveis para aquisição do processo;
- * Aprovação do projeto pelo setor responsável;
- * Caracterização qualitativa e quantitativa do lodo gerado;
- * Escolha do local para instalação dos equipamentos do sistema;
- * Abertura da licitação para a compra do sistema;
- * Instalação dos equipamentos do sistema;
- * Treinamento dos operadores.

6.6 Atores envolvidos

Os atores envolvidos no projeto são: departamento de gestão de projetos, departamento responsável pela gestão do lodo, equipe de operação (coordenação, supervisão, técnicos e operadores do sistema) e funcionários terceirizados que atuam no transporte do lodo e melhorias na parte de construção civil das unidades operacionais.

6.7 Recursos necessários

a) *Recursos Humanos*: Quadro de profissionais da companhia de saneamento do DF (Engenheiros, técnicos operacionais, operadores do sistema e funcionários terceirizados).

b) *Recursos materiais*: Todo o material destinado às adequações (parte de construção civil) da área a ser instalada o sistema de higienização do lodo, bem como os itens inerentes ao sistema propriamente dito: bombas, silo de cal, reator de mistura lodo/cal, produtos químicos etc.

c) *Recursos estruturais*: Escolha da área a ser destinada à instalação do sistema de higienização do lodo.

d) *Recursos financeiros*: Recursos destinados às melhorias operacionais, contemplando o projeto de automatização e modernização das unidades operacionais da companhia.

6.8 Orçamento

O valor do projeto para implantação de um sistema de higienização de lodo por caleação, com capacidade para higienizar todo o lodo produzido no DF (produção de 15 Ton/h de lodo higienizado) é de R\$ 15.000.000,00. Tal proposta contempla a instalação do sistema, treinamento de pessoal, comissão do vendedor e suporte técnico por 30 dias. A **Tabela 5** abaixo descreve a composição do orçamento:

Tabela 5: Orçamento para implantação de um sistema de higienização de lodo por caleação

Equipamentos	14.550.000,00
Mão de obra	330.000,00
Treinamento	50.000,00
Comissão vendedor	70.000,000
Total	15.000.000,000

6.9 Viabilidade

O processo de desinfecção alcalina é considerado barato e simples de ser executado, sendo viável para a aplicação no lodo desaguado produzido nas ETE's do DF. A calagem é um dos processos mais eficientes para a eliminação dos

patógenos no lodo, além de atuar na estabilização e na desodorização do mesmo. Tal processo deve ser 100% automatizado e fechado, com garantia da obtenção de lodo classe A.

6.10 Cronograma

As atividades pertinentes ao projeto de higienização do lodo do DF, deverão seguir o cronograma listado no **Quadro 3**:

Quadro 3: Cronograma de atividades para execução do projeto de intervenção

Período/Atividade	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Elaboração do Termo de Referência								
Licitação								
Contratação								
Início da instalação do sistema								

6.11 Gestão, acompanhamento e avaliação

A gestão do referido projeto será feita pelo departamento de gestão de projetos juntamente com o departamento responsável pela gestão do lodo na empresa. O acompanhamento/avaliação do sistema será feito pela gerência de produção e operação de esgotos no qual serão emitidos relatórios indicando as intercorrências e resultados obtidos pelo funcionamento do sistema.

7. TERMO DE REFERÊNCIA

7.1 Objeto

Aquisição de sistema de desinfecção de lodo, proveniente de tratamento de esgoto. Tal sistema deve higienizar o lodo através da aplicação de cal e ácido sulfâmico, além de contemplar silo com capacidade de 270 m³ para armazenamento de cal bem como coletor de odor e vapor.

7.2. Justificativa

As questões ambientais estão cada vez obtendo mais destaque e um dos grandes problemas é o destino inadequado dos resíduos. A produção de resíduos sólidos vem aumentando de forma gradativa, sendo necessário identificar formas adequadas para reciclagem desses materiais, reintroduzindo-os novamente ao ambiente de forma qualitativa.

O lodo de esgoto é um resíduo produzido durante o processo de tratamento de águas residuárias e a sua produção cresce na medida em que o saneamento básico se torna universal, sendo necessário buscar soluções para o tratamento correto destes resíduos, e suas possíveis aplicações no ambiente.

Dessa forma, a aquisição do sistema descrito no objeto desse Termo de Referência, possui a finalidade de higienizar o lodo proveniente das Estações de Tratamento de Esgotos do Distrito Federal, para a obtenção de biossólidos do tipo Classe A, ampliando as aplicações do produto higienizado e atendendo aos critérios do CONAMA quanto a sua correta destinação final.

7.3 Fundamentação Legal

O processo licitatório observará as normas e procedimentos administrativos da Lei n.º 8.666/93, de 21 de junho de 1993.

7.4 Estimativa de custos

Valor do projeto instalado, comissionado já com treinamento de 30 dias para produção de 15Ton/h é de R\$ 15.000.000,00.

7.5 Critério de julgamento

O critério de julgamento estabelecido para esse certame será de Licitação na modalidade Concorrência, tipo “Técnica e Preço”, sob regime de empreitada por preço global.

7.6 Prazo, local e condições de entrega

O prazo de entrega deverá ser 120 dias, contados a partir da assinatura do contrato. A entrega deverá ocorrer no horário de 8h às 12 horas, de segunda a sexta-feira, exceto feriados, no seguinte endereço: *ETE Brasília Sul - Estação de Tratamento de Esgotos Brasília Sul. Endereço: Av. das Nações Sul, L4 Sul, Trecho 1, s/n, Setor de Clubes Esportivos Sul, Brasília-DF.* No ato da entrega, a Seção responsável emitirá TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO relacionando todos os produtos recebidos, nos termos da Nota Fiscal.

O período de inspeção será de até 30 (dez) dias úteis, contados da data de emissão do TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO.

Nos casos de sinais externos de avaria de transporte ou de mau funcionamento do produto, verificados na inspeção do mesmo, este deverá ser substituído por outro com as mesmas características, no prazo de até 30 (trinta) dias corridos, a contar da data de realização da inspeção. Findo o prazo de inspeção e comprovada a conformidade dos produtos com as especificações técnicas exigidas no Edital e aquelas oferecidas pela CONTRATADA, a Seção responsável emitirá o TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO.

Nos casos de substituição do produto, iniciar-se-ão os prazos e procedimentos estabelecidos nestas CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO.

7.7. Obrigação das partes

A contratante obriga-se a:

- Receber provisoriamente o sistema, disponibilizando local, data e horário;
- Verificar minuciosamente, no prazo fixado, a conformidade do sistema recebido provisoriamente com as especificações constantes do Edital e da proposta, para fins de aceitação e recebimento definitivos;
- Acompanhar e fiscalizar o cumprimento das obrigações da Contratada, através de servidor especialmente designado;

- Efetuar o pagamento no prazo previsto.

A contratada obriga-se a:

- Efetuar a entrega do sistema em perfeitas condições, no prazo e local indicados pela Administração, em estrita observância das especificações do Edital e da proposta, acompanhado da respectiva nota fiscal constando detalhadamente as indicações da marca, fabricante, modelo, tipo, procedência e prazo de garantia;

- O sistema deve estar acompanhado, do manual do usuário, com uma versão em português, e da relação da rede de assistência técnica autorizada;

- Responsabilizar-se pelos vícios e danos decorrentes do produto, de acordo com os artigos 12, 13, 18 e 26, do Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078, de 1990);

- O dever previsto no subitem anterior implica na obrigação de, a critério da Administração, substituir, reparar, corrigir, remover, ou reconstruir, às suas expensas, no prazo máximo de 10(dez) corridos, o produto com avarias ou defeitos;

- Atender prontamente a quaisquer exigências da Administração, inerentes ao objeto da presente licitação;

- Comunicar à Administração, no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas que antecede a data da entrega, os motivos que impossibilitem o cumprimento do prazo previsto, com a devida comprovação;

- Manter, durante toda a execução do contrato, em compatibilidade com as obrigações assumidas, todas as condições de habilitação e qualificação exigidas na licitação;

- Não transferir a terceiros, por qualquer forma, nem mesmo parcialmente, as obrigações assumidas, nem subcontratar qualquer das prestações a que está obrigada, exceto nas condições autorizadas no Termo de Referência ou na minuta de contrato;

- Não permitir a utilização de qualquer trabalho do menor de dezesseis anos, exceto na condição de aprendiz para os maiores de quatorze anos; nem permitir a utilização do trabalho do menor de dezoito anos em trabalho noturno, perigoso ou insalubre;

- Responsabilizar-se pelas despesas dos tributos, encargos trabalhistas, previdenciários, fiscais, comerciais, taxas, fretes, seguros, deslocamento de pessoal,

prestação de garantia e quaisquer outras que incidam ou venham a incidir na execução do contrato.

7.8. Acompanhamento e fiscalização

O departamento responsável pelo recebimento e acompanhamento da implantação do sistema higienizador de lodo será a Gerência de Produção e Operação de Esgotos da CAESB, que designará o engenheiro responsável por tais atividades.

7.9 Pagamento

O pagamento será efetuado pela Companhia de Saneamento Ambiental (CAESB), em até 30 (trinta) dias corridos, mediante a apresentação da Nota Fiscal, devidamente atestada pelo Setor competente, sendo efetuada a retenção dos tributos e contribuições sobre o pagamento a ser realizado, conforme determina a legislação vigente. Os pagamentos serão creditados em nome da CONTRATADA, mediante ordem bancária em conta corrente por ela indicada, uma vez satisfeitas as condições estabelecidas.

7.10 Subcontratação

É permitida a subcontratação parcial do objeto deste Edital, desde que expressamente autorizada pela CAESB/DF. Caso haja a subcontratação, obriga-se a CONTRATADA a celebrar Contrato com inteira obediência às condições previstas neste Edital e sob a sua inteira e exclusiva responsabilidade. É VEDADA A SUBCONTRATAÇÃO COM OUTRAS LICITANTES PARTICIPANTES DESTE PROCESSO LICITATÓRIO, BEM COMO A SUBCONTRATAÇÃO TOTAL DO OBJETO.

7.11 Sanções

As licitantes e/ou contratadas que não cumprirem integralmente as obrigações assumidas, garantida a prévia defesa, estarão sujeitas às sanções previstas nos Decretos Distritais nº 26.851, de 30/05/2006, 26.993 de 12/07/2006 e 27.069 de 14/08/2006, bem como suas alterações, sem prejuízo de outros instrumentos legais aplicáveis.

O descumprimento total ou parcial das responsabilidades assumidas pela CONTRATADA, sobretudo quanto às obrigações e encargos sociais e trabalhistas, ensejará a aplicação de sanções administrativas, previstas no instrumento convocatório e na legislação vigente, podendo culminar em rescisão contratual, conforme disposto nos artigos 77 e 87 da Lei n.º 8.666, de 1993.

7.12 Informações complementares

Os impostos, taxas, emolumentos, contribuições fiscais e para fiscais que sejam devidos em decorrência, direta ou indireta, do contrato ou de sua execução, serão de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, assim definido na norma tributária, sem direito a reembolso.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de uma unidade de gerenciamento de lodo (UGL), para o tratamento do lodo gerado pelas ETE's do DF, é de suma importância para completar o processo de tratamento de efluentes das plantas em operação. Tal ação está relacionada à sustentabilidade e à responsabilidade ambiental, definindo hoje a qualidade de vida das gerações futuras.

O lodo desaguado nas ETE's do DF possui características diversas, porém são passíveis de sofrer o processo de desinfecção alcalina, visto que possuem umidade em torno de 83% e sólidos totais 17%, porém deverão ser realizados testes para definição da melhor temperatura de trabalho, tempo de contato do lodo e cal e outras variáveis do processo.

O custo inicial para implantação do sistema de desinfecção do lodo por caleação (desinfecção alcalina) pode ser considerado elevado, porém a sua manutenção/operação é simples e barata. Um sistema fechado e com controle dos parâmetros de processo (temperatura, dosagem de cal e tempo de contato) garantem a obtenção de lodo Classe A. Tal procedimento, se executado com critério e controle operacional adequado, permite a classificação do lodo como tipo A (segundo a resolução CONAMA nº357) aumentando as possibilidades de destinação final do lodo, que atualmente é destinado somente à recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M.; FERNADES, F.N de; SILVA, S. M. C. P. da. Aspectos tecnológicos e de processos. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I. de; FERNANDES, F. (Org.) **Reciclagem de Biossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 1999, p.49-119.

ALAMINO, R. C. J. **A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados: viabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. Projeto PROSAB, ABES, Rio de Janeiro: RiMa, 2001a.

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: DESA; Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. 483 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.6).

BATISTA, L.F. (2015). **Lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal: um estudo de sua aptidão para o condicionamento, utilização e disposição final**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH. DM-168/2015, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 197p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de. A disposição do lodo de esgoto em solo agrícola. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de. (Eds.). **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p.25-36.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 375 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006.

CAESB. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

CAESB (2013). SIESG – Sistema de Esgotamento Sanitário. CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, Brasília, Brasil.

CASSINI, S. T. **Digestão de resíduos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: EDITORA ABES, 2003. 210 p.

CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. <Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

CONSELHO DO MEIO AMBIENTE DO DISTRITO FEDERAL – CONAM-DF. RESOLUÇÃO Nº 03/2006, DE 18 DE JULHO DE 2006. Disponível:

<http://www.emater.df.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=665:lodo-de-esgoto&id=55:meio-ambiente>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FERREIRA, A. C.; ANDREOLI, C.V.; JURGENSEN, D. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Rio de Janeiro, RJ, 1999. Editora ABES. 97p, 1999.

FONTES, C. M. A. **Potencialidades da cinza de lodo de Estações de Tratamento de Esgotos como material suplementar para a produção de concretos com cimento Portland**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.

GDF: Portal do Governo de Brasília. **Geografia do Distrito Federal**. Disponível em: <www.df.gov.br/333/> Acesso em: 13 mar. 2018.

IBGE. **Panorama de Brasília**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>>. Acesso em 14 mar. 2018.

ILHENFELD, R.G.K.; ANDREOLI, C.V.; LARA, A. (1999). **Higienização do lodo de esgoto, In: Uso e Manejo do Lodo de Esgoto na Agricultura**. PROSAB. Rio de Janeiro, RJ, 34; 44; 51 – 52; 55.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: Segrac, 2005, 4ed. 932p.

JORDAO, E.P.; PESSOA, C.A., **Tratamento de esgotos domésticos**. 6a ed. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2011.

JÚNIOR, M.C.; BOSCHI, A.O.; MOTTA, J.F.M.; TANNO, L.C.; SINTONI, A.; COELHO, J.M.; CARIDADE, M. (2010). **Panorama e Perspectivas na Indústria de Revestimentos Cerâmicos no Brasil**. In: Cerâmica Industrial, p. 7-18.

KELM, T. A. **Avaliação do uso de lodo de estação de tratamento de esgoto na estabilização de materiais para pavimentação**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2014, p. 230.

LOUSADA, L.L. **Nutrição e crescimento de sorgo sacarino e alterações nos atributos do solo pela aplicação de lodo de esgoto doméstico**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos/RJ, 2015.

LUDUVICE, M. Processos de estabilização térmica de lodos. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodos de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 2001, Cap 4, p.123-157.

MAIA, M.L (2006). **Uma Contribuição na análise de viabilidade econômica, social e ambiental no uso do lodo de esgoto na agricultura do Distrito Federal**. In: Dissertação de mestrado, Universidade Católica de Brasília, 91p.

METCALF, B.; EDDY, I.N.C (2016). **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. McGraw-Hill.-5ª edição, revisada por George Tchobanaglou, Franklin Burton, H. David Stensel, Ryujiro Tsuchihashi Mohammad Abu-Orf Gregory Bowden William Pfrang. Porto Alegre, AMGH.

PASSAMANI, F. R. F.; KELLER, R. GONÇALVES, R. F. **Higienização de lodo utilizando calagem e pasteurização em uma pequena estação de tratamento de esgotos combinando reator UASB e biofiltro aerado submerso**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 27 a 31 de outubro de 2002.

PASSAMANI, F.R.F.; MOTTA, J.S.; FIGUEIREDO, K.F.; GONÇALVES, R.F. (2000) **Pasteurização do lodo de um reator UASB na remoção de coliformes fecais e ovos de helmintos**, In: Anais do I Seminário nacional de Microbiologia Aplicada ao Saneamento, Vitória, ES.

PEDROSA, M. M., VIEIRA, G. E. G., SOUSA, J. F. PICKLER, A. C., LEAL, E. R. M., MILHOMEN, C. C. Produção e tratamento de lodo – uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 11, n.16, p. 89-XX, jul./dez. 2010.

QUINTANA, N.R.G.; CARMO, M.S.; MELO, W, J. Lodo de esgoto como fertilizante: produtividade agrícola e rentabilidade econômica. **Revista Núcleus**, v. 8, n. 1, p. 183-192, 2011.

ROCHA, A. L. C. L. **Higienização de lodo anaeróbico de esgoto por meio alcalino: Estudo de caso da ETE Lages- Aparecida de Goiânia- Go**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Go, 2009, 118p.

SANTOS, A. D. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgotos da região metropolitana de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SCALCON, A. **Desenvolvimento de uma tecnologia alternativa para a desidratação de lodos provenientes da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos domésticos**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, Toledo, PR, 2014, 88p.

SIQUEIRA, D.P.; BARROSO, D. G.; MARCIANO, C. R. **Lodo de esgoto: diretrizes e o seu uso como fertilizante, condicionador de solo e substrato florestal**. Vértices, Campos dos Goytacazes/RJ, v.19, n.3, p. 171-186, set./dez. 2017.

VAN HAANDEL, A. C.; MARAIS, G. V. R. **O comportamento do sistema de lodo ativado**. Campina Grande: Epgraf, 1999.

VON SPERLING, M.; ANDREOLI, C. V. Introdução. In. ANDREOLI *et al.* **Lodos de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 2001, cap 2, p. 17-68.

VON SPERLING, M. (2002). **Lodos Ativados**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 480p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Rio de Janeiro: ABES, 2002a. 243p.