

**II-123 - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS INTERFERÊNCIAS DA
CODISPOSIÇÃO DE LODOS DE CAMINHÕES LIMPA- FOSSAS NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO DE
ANÁPOLIS - GO**

Samara Monayna Alves Vasconcelos Carrilho⁽¹⁾

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Eraldo Henriques de Carvalho

Engenheiro Civil, com mestrado e doutorado em Engenharia Civil na área de Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor associado da Universidade Federal de Goiás. Coordenador do curso de pós- graduação em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos da Universidade Federal Goiás.

Getúlio Henrique de Oliveira

Graduado em Ciências Biológicas, mestrando em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Universitária, nº 1488, Qd. 86, Lt. Área, Setor Universitário – Escola de Engenharia Civil/UFG – Bloco C – Laboratório de Saneamento Campus I, CEP: 74.605-220. Goiânia, Goiás. **E-mail:** samaracarrilho@yahoo.com.br

RESUMO

A população desfavorecida de rede coletora de esgoto faz uso de alternativas intermediárias para dispor seus esgotos, como a utilização de sistemas individuais de disposição de esgoto – SIDE. Entretanto, nesses sistemas há geração de resíduos, os quais devem ser tratados e dispostos de forma ambientalmente correta. As estações de tratamento de esgoto (ETE) tem sido alvo para o recebimento desses resíduos, porém os lodos transportados podem causar impactos na ETE, pois as mesmas não foram projetadas para receber essa carga adicional. O estudo foi realizado na ETE do município de Anápolis que recebe resíduos esgotados de SIDE há aproximadamente 23 anos. O sistema é composto por dois módulos idênticos de lagoas de estabilização, cada módulo é composto por duas lagoas anaeróbias seguidas de uma facultativa aerada e uma lagoa de decantação. Visando identificar a composição do lodo transportado foi realizado um levantamento quantitativo e qualitativo das empresas limpa-fossas de Anápolis, além de realizar coletas, para posterior análises, dos resíduos transportados por caminhões limpa-fossa na ETE-Anápolis. Foi verificado o desempenho de cada lagoa, em termos de remoção média de DBO, DQO, nitrogênio amoniacal e fósforo total, através de análises aos dados cedidos pela SANEAGO (Companhia de Saneamento de Goiás) e ensaios realizados no laboratório de saneamento da Universidade Federal de Goiás. Observou-se que os resíduos transportados por caminhões limpa-fossas possuem carga orgânica maior que a do esgoto sanitário e que sua composição é bem variada, já que é realizado a coleta de materiais proveniente de caixas de gordura e domicílios comerciais pelas empresas limpa-fossas. A ETE – Anápolis vem operando em ociosidade desde sua inauguração e que apesar de receber resíduos esgotados de caminhões limpa-fossas, porém foi diagnosticada que esses resíduos não causam impactos à ETE-Anápolis. Ainda observou-se que as lagoas anaeróbias possuem similaridade na remoção dos parâmetros estudados, porém o mesmo resultado não foi evidenciado para as demais lagoas.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo séptico, codisposição em ETE, esgoto sanitário, saneamento.

INTRODUÇÃO

A carência de coleta e tratamento do esgoto sanitário constitui um dos principais passivos ambientais em se tratando de contaminação do meio ambiente e dos recursos hídricos. Além disso, a disposição desses resíduos sem tratamento no meio ambiente provoca agravos à saúde pública, principalmente por meio de doenças de veiculação hídrica.

No Brasil, aproximadamente 45% da população não possui rede coletora de esgoto (IBGE, 2008). Deste modo, os sistemas individuais de disposição de esgoto (SIDE) constituem tecnologias simples de construção e

operação, além da viabilidade econômica para disposição de esgoto. Entretanto, esses sistemas geram uma quantidade significativa de resíduos, comumente denominados de lodo séptico que são esgotados e transportados por empresas especializadas, dotadas de caminhões com equipamento de alto vácuo que realizam os serviços de coleta, transporte e disposição dos resíduos gerados nos SIDE (RIOS, 2010).

A codisposição em estação de tratamento de esgoto (ETE) tem sido alvo para a disposição final e tratamento do lodo séptico, o que pode provocar impactos significativos nas estações. A ETE do município de Anápolis recebe resíduos esgotados de fossas desde o início de operação, no ano de 1989.

As lagoas anaeróbias realizam o tratamento do esgoto em condições estritas de oxigênio no meio da massa líquida. Nesses sistemas, basicamente dois grupos de micro-organismos degradam a matéria orgânica. As bactérias acidogênicas convertem compostos orgânicos mais complexos em moléculas orgânicas mais simples, geralmente ácidos orgânicos, aldeídos e alcoóis. Esses compostos são utilizados por outro grupo de bactérias, denominadas de metanogênicas, que são convertidos em metano, dióxido de carbono e água. (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Nas lagoas facultativas aeradas o oxigênio é introduzido por meio de aeradores, sendo o nível de energia introduzida por esses equipamentos o suficiente apenas para oxigenar a massa do líquido, mas não para manter os sólidos em suspensão. Deste modo, ocorre sedimentação dos sólidos no fundo da lagoa, formando a camada de lodo que é digerida por micro-organismos anaeróbios. Como o oxigênio é introduzido por meio de equipamentos, a concentração desse gás na massa do líquido é muito maior comparado ao processo ocorrido nas lagoas facultativas convencionais que é dependente da atividade metabólica das algas, sendo assim o processo de degradação da matéria orgânica mais eficiente nas lagoas facultativas aeradas, além da diminuição do TDH e menor requisição de área.

As lagoas de decantação são unidades utilizadas para reter os sólidos adivinhos das lagoas aeradas, as quais possuem um efluente com grande quantidade de sólidos suspensos. Esses não podem ser dispostos no corpo receptor, pois podem consumir o oxigênio do meio. O TDH nesses sistemas deve ser $< 2,0$ dias, a fim de se evitar o desenvolvimento de algas (SPERLING, 2002).

Pela falta de estudos realizados na ETE-Anápolis, o presente trabalho tem por finalidade avaliar e comparar o desempenho atual dos dois módulos de sistemas de lagoas de estabilização existentes na ETE-Anápolis, durante a codisposição de lodos provenientes de caminhões limpa fossa, tendo em vista a destinação e tratamento ambientalmente coerente para esse tipo de material.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Anápolis está localizado a 53 quilômetros da capital do estado de Goiás, Goiânia, e segundo o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2010), possui população de 334.613 habitantes. Destes, 61% possui rede coletora de esgoto, ou seja, cerca de 40% da população de Anápolis faz uso de SIDE para dispor seu esgoto.

Atualmente os resíduos transportados por caminhões limpa-fossas são lançados no tratamento preliminar da estação que é composto por grade grosseira, grade fina mecanizada e caixa de areia, sendo assim o esgoto é distribuído de forma igualitária nos 02 módulos de lagoas de estabilização. Cada módulo é composto por duas lagoas anaeróbias seguidas de uma lagoa facultativa aerada e uma lagoa de decantação (Ver Figura 1).

Inicialmente, a estação operava como um sistema de lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoa de decantação, porém segundo um estudo realizado por Pereira (2010) na mesma ETE, verificou-se que as lagoas aeradas funcionavam como lagoas facultativas aeradas devido à baixa densidade de potência introduzida pelos aeradores.

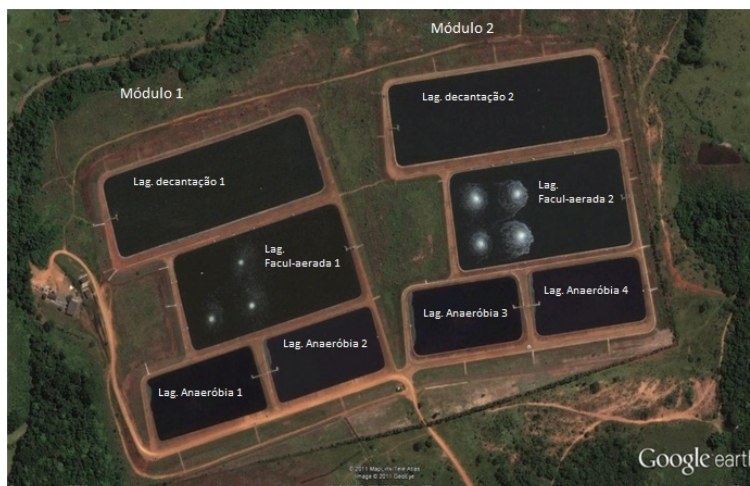


Figura 1: Módulos de lagoas de estabilização que compõem a ETE - Anápolis

Visando caracterizar quantitativamente e qualitativamente as empresas que prestam serviços de esgotamento de tanques sépticos, foi confeccionado um questionário que abordou as seguintes questões:

- Quantidade e capacidade volumétrica dos caminhões limpa-fossas de posse das empresas;
- Frequência de coleta e tipo de material esgotado e;
- Clientela atendida.

Os dados referentes às empresas foram coletados mediante entrevista com os operadores que realizam o esgotamento dos sistemas de disposição e/ou tratamento de esgoto.

Com a finalidade de conhecer a composição do lodo transportado, foram realizadas cinco coletas pontuais no momento da descarga de cinco caminhões limpa-fossas na ETE-Anápolis. Posteriormente, no laboratório de Saneamento da UFG (Universidade Federal de Goiás), foram feitas as amostras compostas de 1,0L, e logo, se fez algumas análises físico-químicas.

O diagnóstico da eficiência do sistema de lagoas da ETE-Anápolis foi embasado em relatórios mensais de 2011, emitidos pela Companhia de Saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO). A concessionária realiza mensalmente coletas do efluente bruto, no sistema preliminar, e do efluente final, da lagoa de decantação de cada módulo.

Também foram realizadas coletas nos dias 28 de março e 04 de abril de 2012 de todas as lagoas de ambos os módulos da ETE – Anápolis. Depois de refrigeradas as amostras foram levadas ao Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Goiás para posterior análises. A tabela 1 apresenta as variáveis estudadas e os métodos aplicados.

Tabela 1: Relação de metodologias utilizadas nas análises de cada parâmetro

PARÂMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
PH	Potenciométrico	-----
DQO	Standard Methods, Método do refluxo fechado colorimétrico	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	Standard, Método Kjeldahl	mg/L
Fósforo Total	Standard Methods, Ácido Ascórbico	mg/L

No decorrer da pesquisa encontraram-se imprevistos, e os resíduos esgotados de SIDE continuaram sendo lançados no tratamento preliminar, assim ambos módulos continuaram recebendo esgoto sanitário e lodo de fossas na mesma quantidade.

RESULTADOS

Atualmente, o município de Anápolis conta com duas empresas limpa-fossas, ambas são credenciadas na SANEAGO para realizar o descarte de seus resíduos na ETE-Anápolis e possuem licenças de atuação, expedida pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA). A empresa Limpa-fossa Anápolis possui cinco caminhões que realizam esgotamentos de SIDE, com capacidade de 16 m³ cada. Já a empresa Águia possui três caminhões. Destes, dois possuem 16m³ de capacidade volumétrica e um com 8m³. Na tabela 2 encontram-se apresentadas as características levantadas para as empresas limpa-fossa do município de Anápolis.

Tabela 2: Caracterização das empresas limpa-fossa que realizam o descarte de seus resíduos na ETE-Anápolis

Razão social da empresa limpa-fossa	Média diária de atendimento	Cadastro na secretaria do municipal do meio ambiente	Ano em que começou a realizar o descarte na ETE-Anápolis	Quantidade de funcionários que a empresa possui
Limpa-fossa e Caçamba Anápolis LTDA	6	Sim	2002	10
Limpa-fossa e Caçamba Águia LTDA	5	Sim	1990	8

As empresas realizam o esgotamento de sistemas individuais de disposição de esgoto e caixas de gordura de residências e comércios (lojas diversas, supermercados e restaurantes). Também é realizada a remoção de material proveniente de banheiros químicos, muito utilizados em canteiros de obras. Porém a maior parte dos serviços prestados pelas empresas limpa-fossa são realizados em residências unifamiliares (ver Figura 2).

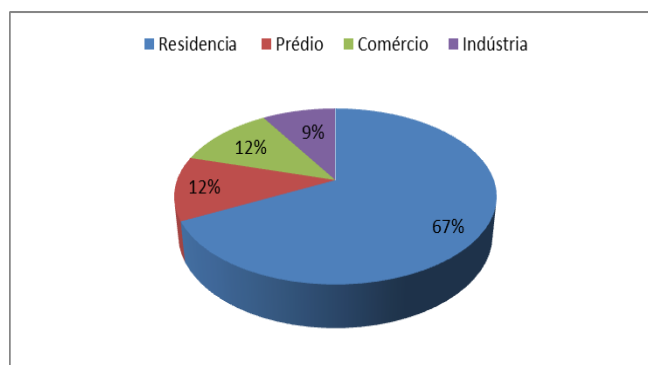


Figura 2: Clientela atendida pelas empresas limpa-fossa de Anápolis (GO)

Segundo os operadores das empresas limpa-fossa, os serviços prestados nas indústrias é somente o de transbordo, ou seja, todo resíduo industrial coletado é direcionado para a estação de tratamento de efluente industriais do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), ou transportado internamente entre as unidades de tratamento da própria indústria. Desta maneira, é lançado na ETE-Anápolis somente o material coletado em fossas e caixas de gordura de residenciais, comerciais e prediais, além de efluente tratado pelas indústrias.

Através de análises feitas, foi verificado que os resíduos esgotados de fossas possuem alto teor de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) se comparado ao esgoto sanitário (Ver Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização do lodo transportado por caminhões limpa-fossas

	Sól. Totais (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Fósforo (mg/L)	N amonica l(mg/L)	Sól. Sed (mL/L/hor a)
Máximo	16220	4470	7030	120	1611	149
Mínimo	1950	1280	2027	40	81,3	19
Média	6556	2783	4193	80	602	75

O sistema de tratamento de esgoto do município de Anápolis (GO) recebe diariamente, cerca de 81 m³ de lodo transportado por caminhões limpa-fossas e possui vazão média de 288 L/s (24.883 m³/dia) (SANEAGO, 2011).

A partir dos resultados cedidos pela companhia, a média da DBO₅ do esgoto bruto ao longo do ano de 2011 foi de aproximadamente 250 mg/L. A tabela 4 apresenta a comparação entre as vazões, mínimas, médias e máximas de início e final de plano da ETE-Anápolis.

Tabela 4: Comparação entre as vazões, mínimas, médias e máximas de início e final de plano da ETE-Anápolis.

Vazão (L/s)	Mínima	Média	Máxima
Vazão de início de plano (1988)	440,52	582,13	808,71
Vazão final de plano (2004)	819,92	1.106,79	1.565,79
Vazão ano de 2011	211,00	288,23	333,48

A carga orgânica do esgoto que chega à ETE – Anápolis é de 6.220 KgDBO/m³.dia e 1.555 KgDBO/m³.dia por lagoa anaeróbia, sendo a taxa de carga orgânica volumétrica (TCOV) nessas lagoas de 0,034 KgDBO/m³.dia. Assim, pode-se determinar que esses valores não estão enquadrados na faixa recomendada para o bom funcionamento de lagoas anaeróbias que é de 0,1 - 0,3 KgDBO/m³.dia (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

O tempo de detenção hidráulico para cada lagoa anaeróbia em 2011 foi de aproximadamente de 7,0 dias, valor acima do que é citado por Sperling (2006) que é de 3 a 6 dias. Com o aumento do tempo de detenção, pode ser evidenciado *in loco*, o crescimento e desenvolvimento de comunidades de algas verdes nas lagoas anaeróbias .

Os dados de eficiência de remoção de carga orgânica encontram-se descritos na tabela 5.

Tabela 5: Eficiência total de remoção de DBO e DQO da ETE-Anápolis no ano de 2011

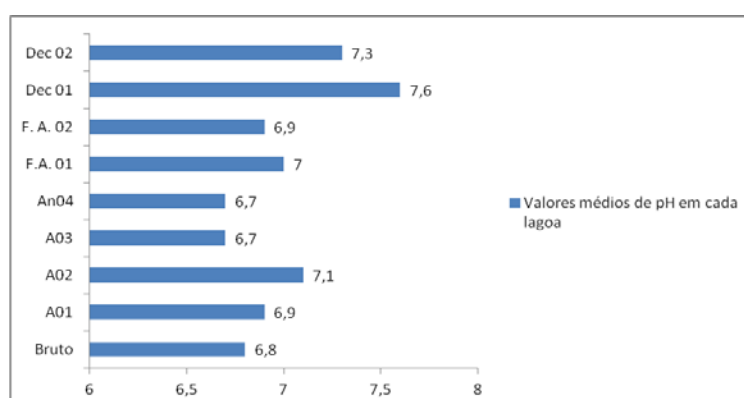
Mês	Eficiência total de remoção de DBO (%)	Eficiência total de remoção de DQO(%)
01	*	*
02	67	65
03	94	90
04	90	75,8
05	91	80,7
06	88	*
07	86	59,1
08	76	71,8
09	75,7	63,2
10	95	90,2
11	87	61,6
12	82	72,5
Média	86,4	73

Fonte: Saneago (2011) (*) análises não realizadas

Observa-se que no ano de 2011 a ETE - Anápolis obteve uma eficiência média de remoção de DBO de aproximadamente 86%, encontrando-se dentro da faixa esperada para sistemas de lagoas de estabilização que é de acima dos 80%. O valor de eficiência média de remoção de DQO foi de 73%, está dentro da faixa recomendada (70% a 90%). Assim, apesar da ETE-Anápolis operar com baixa carga orgânica e receber resíduos esgotados de caminhões limpa-fossas, a mesma opera de forma eficiente em termos de remoção de matéria orgânica.

O valor médio do pH nas lagoas de estabilização encontra-se ilustrado na figura 04. Pode ser observado que não houve variação significativa do pH nas lagoas da estação, apesar de ser pouco maior nas lagoas de decantação. Tal ocorrência pode ser explicada pelo fato de ambas as lagoas de decantação estar com o TDH acima do recomendado ($TDH < 2$), ocorrendo o desenvolvimento e proliferação de algas. No processo de fotossíntese o íon bicarbonato (HCO_3^-) tende a se converter em OH^- , responsável pelo aumento do pH.

Outro fator positivo para o bom funcionamento do sistema foram os valores de pH nas lagoas anaeróbias, estando na faixa do neutro, garantindo assim um equilíbrio entre a fermentação ácida e metanogênica.



*Lê-se A (lagoa anaeróbia), F.A. (lagoa facultativa aerada) e Dec. (lagoa de decantação).

Figura 4: Valores médios de pH em cada lagoa

A eficiência média de remoção de DQO e nutrientes (fósforo total e nitrogênio amoniacal) estão expressas nas tabelas 6,7 e 8. Observa-se na tabela 6, todas as lagoas anaeróbias do sistema apresentaram uma remoção média de DQO igualitária, entretanto nas lagoas facultativas aeradas e decantação os valores sofreram variação.

Tabela 6: Eficiência média de remoção de DQO em cada lagoa

Tipo de lagoa	Eficiência média de remoção de DQO total (%)
Anaeróbia 01	69
Anaeróbia 02	67
Anaeróbia 03	69
Anaeróbia 04	63
Facultativa aerada 01	56
Facultativa aerada 02	45
Decantação 01	1,5
Decantação 02	11

Para o fósforo total, nota-se que os valores médios de remoção nas lagoas anaeróbias são similares, porém o mesmo não acontece nas lagoas facultativas aeradas e decantação, as quais apresentaram variação na remoção de fósforo total. A remoção de fósforo nas lagoas aeróbias pode estar relacionada com a sedimentação da matéria orgânica, e consequentemente, do fósforo.

Tabela 7: Valores médios de remoção de fósforo total das lagoas de estabilização da ETE – Anápolis

Tipo de lagoa	Eficiência média de remoção de fósforo total (%)
Anaeróbia 01	53
Anaeróbia 02	56
Anaeróbia 03	55
Anaeróbia 04	55
Facultativa aerada 01	14,5
Facultativa aerada 02	39
Decantação 01	0
Decantação 02	3,2

Verificou-se que o mesmo acontece para a remoção média de nitrogênio amoniacal (Ver Tabela 8). Ambas as lagoas anaeróbias possuem similaridade na remoção de $N-NH_3$, o que não foi evidenciado nas lagoas facultativas aeradas e decantação. Tais fatores podem estar relacionados à operação, visto que no decorrer das coletas observou-se que a quantidade de aeradores ligados em uma lagoa facultativa diferia da outra (Ver Figura 01), podendo influenciar na concentração de oxigênio em ambas as lagoas.

Tabela 8: Eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal nas lagoas de estabilização da ETE - Anápolis

Tipo de lagoa	Eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal (%)
Anaeróbia 01	30
Anaeróbia 02	36
Anaeróbia 03	30
Anaeróbia 04	33
Facultativa aerada 01	8
Facultativa aerada 02	27
Decantação 01	1,2
Decantação 02	0

CONCLUSÕES

Apesar da ETE – Anápolis operar em ociosidade, e receber desde 1989 resíduos esgotados de caminhões limpa-fossas, a mesma é eficiente na remoção de carga orgânica. Assim, não foi verificado impacto em termos de sobrecarga orgânica. Deste modo, a codisposição de resíduos esgotados de SIDE com esgoto sanitário em lagoas de estabilização pode ser uma alternativa viável de disposição final desses resíduos.

O sistema de tratamento municipal possuiu eficiência média de remoção de fósforo de 62% e 42% para nitrogênio amoniacal, valores próximos citados na literatura. Esperou-se uma remoção de nitrogênio nas lagoas de decantação em função dos elevados valores de pH, porém o mesmo não foi evidenciado.

Os valores de remoção média de DQO e nutrientes não variaram significativamente nas lagoas anaeróbias, sendo similares, entretanto nas lagoas facultativas aeradas e decantação observou-se variação nos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2008**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1<. Acesso em: 23 abril 2012.
- 2 JORDÃO, E. P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro. 6. Ed, 2011.
- 3 PEREIRA, C. R. **Gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na estação de tratamento de esgoto de Anápolis-Go**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do meio ambiente) – Universidade Federal de Goiás, 2007.
- 4 RIOS, F.P. **Avaliação de sistemas individuais de disposição de esgotos e das empresas limpa-fossas na região metropolitana de Goiânia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás, 2010.
- 5 SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A. Relatórios Mensais de Operação da ETE-Anápolis – GO, 2011.
- 6 SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: DESA-UFMG. 3. ed, 2006. v.3.