

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO PARA A CIDADE DE CAMPO FLORIDO – MG

Kamila de Fátima do Nascimento¹; Vinícius Arcanjo Silva²

^{1,2}Universidade de Uberaba

kamilafn@hotmail.com; vinicius.silva@uniube.br

Resumo

A migração da população rural para as cidades aumentou consideravelmente, a necessidade de tratamento do esgoto cresceu em igual proporção. Neste cenário, a Lei nº 11.445/2007 estabeleceu diretrizes para o saneamento básico no Brasil, apresentando um conjunto de serviços e planejamento como um de seus aspectos importantes. O presente trabalho objetivou elaborar um sistema para o tratamento do esgoto da cidade de Campo Florido. A metodologia utilizada foi baseada no sistema australiano, com embasamento principalmente nas obras de Von Sperling (1996) que aponta os aspectos importantes na seleção de tratamento de esgoto, além deste autor foram utilizadas como fonte de pesquisa documentos de órgãos públicos, legislação e artigos científicos. Diante do exposto, foi realizado o dimensionamento de um sistema composto por tratamento preliminar seguido por Lagoa Facultativa e de um sistema preliminar seguido por Lagoa Anaeróbia e Facultativa respectivamente. Concluiu-se que, economicamente será mais viável a implantação de uma Lagoa Anaeróbia seguida por uma Lagoa Facultativa, por apresentar maior eficiência, custo favorável e ocupação de uma área menor.

Palavras-chave: saneamento, meio ambiente, lagoas

1 Introdução

A falta de saneamento básico é um problema enfrentado nas Cidades com pequenas populações principalmente devido a escassez de investimentos para infraestruturas que

visam a qualidade de vida e bem-estar para as pessoas.

Segundo Erthal (2015), iniciativas que promovam o saneamento básico para toda a população possibilitam melhores condições de saúde e redução de várias doenças. Com estas medidas é possível reduzir a mortalidade infantil que tem valores elevados em povoados que convivem com o esgoto sem a devida coleta, condução e tratamento.

Conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento - PNSB (2008), 55,2% dos municípios brasileiros tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora (apenas coleta), marca pouco superior é observada na pesquisa anterior, realizada em 2000, que registrava 52,2% (SILVA JÚNIOR; AMORIN, 2015)

Na Lei 11.445 Brasil (2007) que institui diretrizes nacionais para o saneamento básico, em seu artigo 3º, está previsto que: “o saneamento básico é: o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”.

A Deliberação Normativa (DN) conjunta do Conselho de Políticas Ambientais (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) de Minas Gerais nº 01, de 05 de maio de 2008, dispõe Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes em seu artigo 19 Brasil (2008). Nesta DN está prognosticado que: “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento”, e ainda, “desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta DN e demais normas aplicáveis”.

De acordo com a Lei 11.445 Brasil (2007) para a implantação de sistema de tratamento de esgoto leva-se em consideração vários aspectos importantes, tais como: relevo, localização geográfica, clima, costumes da população, etc. A viabilidade financeira é um fator importante para a melhor funcionamento de um sistema de tratamento no qual seja o ideal para a quantidade de população futura prevista em 20 anos.

Para Von Sperling (1996):

Classifica-se o tratamento de esgotos em níveis, onde o tratamento preliminar tem o objetivo apenas de remoção dos sólidos grosseiros, como à remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Já no tratamento secundário, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário consiste na remoção de poluentes específicos que não foram suficientemente removidos no tratamento secundário.

Ainda, para Von Sperling (1996), as lagoas de estabilização são indicadas para as condições brasileiras, devido aos seguintes aspectos:

- Suficiente disponibilidade de área em um grande número de localidades;
- Clima favorável (temperatura e insolação elevadas);
- Operação simples;
- Necessidade de pouco ou nenhum equipamento.

Nas lagoas facultativas, a matéria orgânica em suspensão (DBO particulada) tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo (zona anaeróbia). Este lodo sofre o processo de

decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertido lentamente em gás carbônico, água, metano etc. Após certo período, apenas a fração inerte permanece na camada do fundo. A matéria orgânica dissolvida ($DBO_{solúvel}$), conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida. Na camada mais superficial, tem-se a zona aeróbia. Há necessidade de oxigênio, o qual é fornecido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. Tem-se, assim, um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico (VON SPERLING, 1996).

As lagoas de estabilização se dividem em quatro principais modelos:

⇒ *Lagoas Facultativas*

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) solúvel e finamente particulada é estabilizada aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo estabilizada anaerobiamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese. (VON SPERLING, 1996).

A eficiência desse sistema se refere ao valor de remoção de DBO entre 70-85%, Nitrogênio de 30-50%, Fósforo de 20-60%, Coliformes de 60-99% e seu Tempo de Detenção hidráulica varia de 15-45 dias.

⇒ *Lagoa Anaeróbia seguida por Facultativa*

A DBO é em torno de 50% estabilizada na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao da lagoa facultativa única.

Sua eficiência se refere a remoção de DBO de 70-90%, Nitrogênio de 30-50%, Fósforo 20-

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

60%, Coliformes de 60-99,9% e seu tempo de detenção hidráulica variando de 3-6 dias.

⇒ *Lagoas Aeradas Facultativas*

Os mecanismos de remoção de DBO são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos, ao invés de através da fotossíntese. Semelhante a lagoa facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimenta, sendo decomposta anaerobiamente no fundo.

Sua eficiência de sistema em remoção de DBO de 70-90%, Nitrogênio de 30-50%, Fósforo de 20-60%, Coliformes de 60-96%, e seu Tempo de Detenção hidráulica variando de 5 a 10 dias.

⇒ *Lagoas Aeradas de mistura completa seguida por lagoas de decantação*

É um sistema com maior eficiência, uma vez que além da aeração mecânica existe a circulação do efluente, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa, no entanto, o efluente contém elevados teores sólidos em suspensão que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para esta remoção. O alto consumo de energia geralmente inviabiliza este sistema para cidades pequenas.

Na tabela 01, Von Sperling (1996) apresenta uma síntese dos sistemas descritos:

Tabela 01: Características dos sistemas de lagoas.

Sistema de lagoas	Eficiência (%)				Requisitos	Custos	Tempo de Detenção
	DBO	N	P	Coliformes			
Lagoa Facultativa	70-85	30-50	20-60	60-99	Área (m ² /hab)	Implantação (US\$/hab)	Dias
Lagoa anaeróbia facultativa	70-90	30-50	20-60	60-99,9	2,0-5,0	10-30	15-45
Aerada facultativa	70-90	30-50	20-60	60-96	1,5-3,5	10-25	3-6
Aerada de mistura completa-decantação	70-90	30-50	20-60	60-99	0,3-0,6	10-25	5-10
					0,2-0,5	10-25	2-4

Fonte: Von Sperling (1996).

Dentre as prioridades na administração de um município, encontra-se a necessidade de se ter um sistema de tratamento de esgoto que atenda toda a população e que tenha custos compatíveis com a arrecadação, tornando o projeto sustentável.

O uso de lagoas na cidade se torna importante, à medida que possuem custos menores com relação a outros métodos de tratamento de esgoto, que somado aos fatores naturais presentes, se mostra o melhor custo benefício para a população local. Diante do exposto, é objetivado neste estudo, propor um sistema para o tratamento do esgoto gerado na cidade de Campo Florido, Minas Gerais.

2 Materiais e Métodos

De acordo com Lakatos e Marconi (2003), este tipo de pesquisa constitui - se de um estudo de campo com objetivo de conseguir informações e conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta. A pesquisa de campo está voltada para o estudo de indivíduos, grupos, comunidades, instituições e outros campos, visando a compreensão de vários aspectos da sociedade.

A cidade de Campo Florido, está localizada no triângulo mineiro, de acordo com o IBGE possui uma estimativa da população nesse ano atual de 2017 de 7.886 habitantes, sua área territorial é de 1.264,245 km². Possui um agradável clima tropical onde a seca está

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

concentrada no inverno e as chuvas no verão, com suas temperaturas de máxima 39,0°C, média 28,0°C e a mínima de 17,0°C segundo dados da Prefeitura Municipal da cidade (2016). Sua principal bacia hidrográfica abrangente é o Ribeirão Douradinho.

Para o levantamento das informações necessárias à esta pesquisa, realizou-se visita *in loco* para coleta de imagens, determinação dos principais pontos de lançamento do esgoto à céu aberto e reconhecimento do sistema de coleta de esgoto da cidade.

Na Figura 1 está ilustrada a cidade de Campo Florido e demarcação do principal curso d'água que corta a cidade, Ribeirão Douradinho.

Figura 1 - Localização de Campo Florido e do Ribeirão Douradinho.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2017)

O estudo foi realizado através de cálculos e embasamento de uma estimativa de população crescente para daqui 20 anos. Visando uma construção, operação e economicamente de uma lagoa para o tratamento desses efluentes. Ou seja, o método mais eficiente e barato ao mesmo tempo.

3 Resultados e Discussão

O Ribeirão Douradinho passa por dentro da cidade pelas principais avenidas, onde é possível notar o mau cheiro e tubulações que lançam o esgoto sem tratamento no curso

d'água. Nas Figuras 2 e 3 é possível visualizar os principais pontos de lançamento de efluentes sem o devido tratamento.

Figura 2 - Lançamento de efluente no curso d' água.



Fonte: Autor (2017).

Figura 3 - Curso d' água recebendo esgoto sem tratamento.



Fonte: Autor (2017).

O abastecimento de água da cidade é realizado por meio de poço tubular com profundidade de aproximadamente 100 metros, produzindo uma vazão média de 12.600 litros/hora. Próximo a esta captação também há diversos locais com o lançamento de esgoto sem o devido tratamento, expondo a população a riscos de contaminação da água.

Para realizar o tratamento dos esgotos gerados na cidade, deve ser utilizado um sistema com baixo custo de operação e manutenção para que haja viabilidade econômica. Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se de forma mais simples e de fácil manutenção para

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

o tratamento dos esgotos (VON SPERLING, 1996).

Verifica-se de acordo com a tabela 01 que o custo de implantação dos sistemas é semelhante, assim, este não pode ser fator decisivo na escolha da metodologia de tratamento do efluente. Todavia, é fundamental que o sistema tenha custo adequado para sua manutenção garantindo desta forma que não gere significativo impacto no orçamento do município. Devido ao gasto com energia elétrica, manter os sistemas de Lagoa Aerada Facultativa ou Lagoa Aerada de

Mistura Completa seguida por Decantação é algo que elevaria o custo por habitante com o tratamento de esgoto (SALVADOR, 2013).

Diante do exposto, foi realizado o dimensionamento de um sistema composto por sistema de tratamento preliminar seguido por Lagoa Facultativa e de um sistema preliminar seguido por Lagoa Anaeróbia e Facultativa respectivamente.

Na tabela 02 é possível verificar os resultados obtidos:

Tabela 2: Estimativa de custo e eficiência do sistema.

Sistema	Área total (m ²)	Eficiência do sistema na remoção de DBO	Custo para implantar o sistema (R\$)	Custo total para manter o sistema (R\$/mês)	Custo por habitante para o tratamento do esgoto (R\$/mês)
Preliminar → Lagoa Facultativa	34.963,50	82,67%	1.024.408,80	3.900,53	0,36
Preliminar → Lagoa Anaeróbia → Lagoa Facultativa	17.693,19	83,56%	853.674,00	3.900,53	0,36

Fonte: Von Sperling (1996); Sampaio, Gonçalves (2007)

Para a determinação dos valores e composição da tabela 02 foram considerados os valores descritos por Von Sperling (1996) e Sampaio, Gonçalves (2007).

5 Conclusão

O Ribeirão Douradinho que passa por dentro da cidade, pelas principais avenidas, está repleto de efluentes lançados sem o devido tratamento, expondo a população local ao risco de contaminação. Considerando as demais variáveis, como porte da cidade e situação econômica, o sistema a ser implantado deve ter baixo custo de operação e manutenção. Dessa forma, concluiu-se que o sistema de Lagoa Anaeróbia seguida por Lagoa Facultativa tem

sua eficiência maior, sua área para implantação será menor e seu custo para operação e manutenção será menor economicamente em relação à Lagoa Facultativa. Mesmo com o custo total para manter o sistema em funcionamento igual.

Referências

BRASIL (Estado). Constituição (2008). Deliberação Normativa nº 178, de 05 de maio de 2008. **Deliberação Normativa Conjunta Copam/cerh-mg N° 01, de 05 de Maio de 2008.**: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 05 maio 2008. Disponível em:

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 27 set. 2017.

CAMPO FLORIDO. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2016. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=&codmun=311140&search=minas-gerais|campo-florido>>. Acesso em: 11 set. 2017.

ERTHAL, J. A. **PROPOSTA DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO PARA O MUNICÍPIO DE NOVA CANDELÁRIA/RS**. 2015. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/3404>>. Acesso em: 10 set. 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Indicadores Sociais Municipais**. Rio de Janeiro: IBGE. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A; 2003; (310 p.).

SALVADOR, N. N. B. (Org.). **Tratamento de Esgotos**. São Carlos: 2013. 159 p. Departamento de Engenharia Civil. UFSCAR.

SAMPAIO, A. de O; GONÇALVES, M. C. **CUSTOS OPERACIONAIS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR LODOS ATIVADOS: ESTUDO DE CASO ETE - BARUERI**. 2007. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/i-130.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SILVA JÚNIOR, A. V. da; AMORIN, F. R. de. **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**. 2015. Disponível em: <http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/PROPOSTA_DE_IMPLANTACAO_DE_UM_SISTEMA_DE_TRATAMENTO_DE_ESGOTO.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2 ed.v.1. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 243p.1996.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. v.3. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 131p.1996. Universidade Federal de Minas Gerais, 131p.1996.