



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**ABIEL BATISTA CARNEIRO**

**CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO PARA UM SISTEMA DE TRATAMENTO:  
ESTUDO DE CASO A E.T.E DO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA / SP.**

**Assis/SP**

**2020**

**ABIEL BATISTA CARNEIRO**

**CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO PARA UM SISTEMA DE TRATAMENTO:  
ESTUDO DE CASO A E.T.E DO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA / SP.**

Trabalho de Conclusão de Cursos apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA, como requisito do Curso de Graduação.

**Orientador:** Ms Marcelo Silva Ferreira

Área de Concentração: Química

**Assis/SP**

**2020**

## FICHA CATALOGRÁFICA

C289c CARNEIRO, Abiel Batista

Critério de dimensionamento para um sistema de tratamento:  
estudo de caso a E.T.E. do município de Cândido Mota SP / Abiel  
Batista Carneiro– Assis, 2020.

35p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial). – Funda-  
ção Educacional do Município de Assis-FEMA

Orientador: Me. Marcelo Silva Ferreira

1.Esgoto-tratamento 2.Água-tratamento 3.Cálculos

CDD628.16

**CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO PARA UM SISTEMA DE TRATAMENTO:  
ESTUDO DE CASO A E.T.E DO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA / SP.**

**ABIEL BATISTA CARNEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

**Orientador:** Ms Marcelo Silva Ferreira

**Examinador:** Dra. Patrícia Cavani Martins de Mello

**Assis/SP**

**2020**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus por toda sabedoria. À minha família e a minha esposa Josiele e minha filha Sabrina pelo apoio e incentivo desde o início. Aos meus amigos pela ajuda nos momentos difíceis através do compartilhamento de conhecimentos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter guiado meu caminho para que eu chegasse até aqui e vencesse.

Ao professor, MARCELO SILVA FERREIRA pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos amigos que me apoiaram e aos colegas de faculdade por esses anos de caminhada, por todos momentos bons e ruins que passamos juntos. Agradeço aos amigos que em especial viram minha luta para não desanimar nos estudos de perto, que sempre estiveram ao meu lado, me ouvindo, me dando força, incentivando nos momentos de desespero, por isso e tudo mais só tenho a agradecer. Foram anos de conquistas e realizações, obrigada a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares que sempre me deram força aos meus estudos, em especialmente a minha esposa Josiele e minha filha Sabrina que como ninguém viram o quanto me dediquei a este trabalho e que não mediram esforços para realizar uma importante etapa em minha vida.

*“Procure ser um homem de valor, em vez  
de ser um homem de sucesso.”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

O Sistema de tratamento de esgoto sanitário é um conjunto de instalações que consiste em redes coletoras, emissário, elevatórias de esgoto, estação de tratamento de esgoto, devolvendo ao ambiente o esgoto tratado, de acordo com as exigências da legislação ambiental. Este trabalho teve como objetivo utilizar os critérios de dimensionamento para uma lagoa de tratamento conforme a carga orgânica a ser recebida e tratada para a verificação da eficiência da estação de tratamento de esgoto de Cândido Mota. Foram efetuados os cálculos da vazão do efluente, cálculo DBO, volume requerido para lagoa, tempo de detenção hidráulico, área média da lagoa anaeróbia, eficiência de remoção de DBO desejada de 60% e área média das lagoas facultativas. As coletas foram realizadas em cinco locais de amostragem dentro do sistema de tratamento. O ponto de amostragem 1 (P1) obteve 719 mg/L, está localizado juntamente ao sistema de gradeamento. O P2 se encontra na saída da lagoa anaeróbica e atingiu 199 mg/L de DBO. Já o Ponto 3 de amostragem está situado após a lagoa de estabilização ou sistema anaeróbico de tratamento e obteve 124 mg/L de DBO. Foram realizadas coletas no córrego Jacú a montante do lançamento dos esgotos tratados (P4), onde foram obtidos 16 mg/L de DBO e OD de 6,6 mg/L e a jusante do lançamento dos esgotos tratados (P5) apresentou 15 mg/L de DBO e 6,27 mg/L de oxigênio dissolvido. As coletas foram realizadas pelo laboratório certificado (JLA) e os resultados atendem ao artigo 16 da resolução Conama 357 e 21 da Resolução Conama 430, do Ministério do Meio Ambiente, e artigo 18 do Decreto 8.468/76. A população atingiu em 2020, 31.280 habitantes (IBGE), abaixo do esperado no início do projeto em 1994 que era 47.429 habitantes. A ETE está com eficiência de 80%. A presença de um funcionário poderia auxiliar na manutenção do sistema, aumentando sua eficiência.

**Palavras-chave:** Dimensionamento, Demanda Bioquímica de Oxigênio, ETE

## ABSTRACT

The sanitary sewage treatment system is a set of facilities that consists of collecting networks, outfall, sewage elevators, sewage treatment station, returning treated sewage to the environment, in accordance with the requirements of environmental legislation. This work aimed to use the design criteria for a treatment pond according to the organic load to be received and treated to verify the efficiency of the Cândido Mota sewage treatment station. Calculations of effluent vessel, DBO calculation, volume required for pond, hydraulic holding time, average area of anaerobic lagoon, desired BOD removal efficiency of 60% and average area of optional ponds were performed. Collections were performed at five sampling sites within the treatment system. Sampling point 1 (P1) obtained 719 mg / L, is located next to the railing system. P2 is found at the exit of the anaerobic lagoon and reached 199 mg / L of BOD. Sampling Point 3 is located after the stabilization pond or anaerobic treatment system and obtained 124 mg / L BOD. Collections were carried out in the Jacú stream upstream from the discharge of treated sewage (P4), where 16 mg / L of DBO and OD of 6.6 mg / L were obtained and downstream from the discharge of treated sewage (P5) it presented 15 mg / L of BOD and 6.27 mg / L of dissolved oxygen. The collections were performed by the certified laboratory (JLA) and the results comply with article 16 of Conama Resolution 357 and 21 of Conama Resolution 430, of the Ministry of the Environment, and article 18 of decree 8,468 / 76. In 2020, the population reached 31,280 inhabitants (IBGE), lower than expected at the beginning of the project in 1994, which was 47,429 inhabitants. STS is 80% efficient. The presence of an employee could assist in maintaining the system, increasing its efficiency.

**Keywords:** Sizing, Biochemical Oxygen Demand, ETE

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do município de Cândido Mota.....	19
Figura 2 - Fachada do SAAE de Cândido Mota.....	20
Figura 3 - ETE do município de Cândido Mota .....	21
Figura 4 -Tratamento preliminar do SAAE de Cândido Mota .....	23
Figura 5 - Lagoa anaeróbica do SAAE de Cândido Mota .....	24
Figura 6 -Tratamento aeróbico do SAAE de Cândido Mota .....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. ÁGUA.....</b>	<b>14</b>
<b>3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE).....</b>	<b>14</b>
3.1 Tratamento dos Esgotos .....	14
3.2 Importância do tratamento de esgoto .....	15
3.2 Tratamento Preliminar .....	15
3.2.1 Tratamento Primário.....	15
3.2.2 Tratamento Secundário .....	16
3.2.3 Processos aeróbicos .....	16
3.2.4 Processos anaeróbicos .....	16
3.3 Tratamento químico .....	17
3.4 DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) .....	17
<b>4. APRESENTAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO .....</b>	<b>19</b>
5.1 Sistema do tratamento de esgoto de Cândido Mota .....	20
5.2 Tratamento preliminar .....	22
5.4 CAIXA DE AREIA.....	22
5.5 Medidor Parchall .....	22
5.6 Tratamento Anaeróbico.....	23
5.7 Tratamento Aeróbico (Lagoas Facultativas) .....	24
<b>6. PONTOS DE COLETA.....</b>	<b>25</b>
<b>7 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
7.1 Vazão do efluente .....	27
7.2 Cálculo DBO .....	27
7.3 Volume Requerido para lagoa .....	28
7.4 Tempo de detenção hidráulico .....	28
7.5 Área média da lagoa anaeróbia.....	29
7.6 Eficiência de remoção de DBO desejada de 60% .....	29
7.7 Área média da lagoa facultativa .....	30
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A quantidade total de água no Planeta terra tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos. Nos oceanos encontra-se 97,5% da água do planeta, e o restante, ou seja, 2,5% de água doce, sendo que a maior parte se encontra nas geleiras e calota polares. Assim apenas 3% da água doce encontram-se acessível para o ser humano (FELIX, CARDOSO, 2005).

As consequências da urbanização podem em longo prazo causar impactos, inclusive sobre a qualidade da água. A urbanização também produz consequências não hidrológicas que interferem significativamente nas questões de drenagem urbana, principalmente se forem consideradas as condições brasileiras das últimas décadas, marcadas pelo crescimento acelerado e caótico das populações urbanas. A definição dos usos e da ocupação do solo de determinada área deve considerar os aspectos naturais do meio físico que possam ter influência sobre os recursos hídricos (MOTA, 1995).

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: esgotos sem tratamento de cidades lançados em rios e lagos; aterros sanitários afetando os lençóis freáticos, defensivos agrícolas escoam com a chuva sendo arrastados para rios e lagos, os garimpos jogam produtos químicos, como mercúrio, em rios e córregos e indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (MACÊDO, 2001).

No Brasil, grande parte do esgoto doméstico ainda é lançado nos rios ou no mar sem nenhum tratamento, conforme aponta o último censo do IBGE sobre o Saneamento Básico (SENADO, 2014).

No município de Cândido Mota, Estado de São Paulo, 100% da água destinada ao consumo da população, comércio e indústrias provém de poços artesianos e drenos, e 100% do esgoto é coletado e tratado, através de Lagoas anaeróbias e de estabilização (SAAE, 2012).

Para a realização de dimensionamento é necessário efetuar cálculos como a vazão do efluente, carga orgânica (DBO), tratamento preliminar, primário e secundário. Esse trabalho teve como referência a ETE do município de Cândido Mota, onde foram realizados esses cálculos com base no projeto original fornecido pelo SAAE.

## **2. ÁGUA**

A quantidade de água no planeta Terra tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos. Nos oceanos encontram-se 97,5% da água do Planeta, e o restante, ou seja, 2,5% de água doce, sendo que a maior parte se encontra nas geleiras e calotas polares. Assim apenas 3% da água doce encontram-se acessível para o ser humano. (FELIX, CARDOSO, 2005).

A água é elemento renovável, porém finito, essencial à vida, provendo à sociedade, desde o saneamento básico até o lazer. Sendo o componente químico em maior proporção na superfície de Terra ele é indispensável à vida (GRASSI, 2001).

Você usa a água para beber, lavar, refrescar-se, cozinhar, regar plantas, entre diversas outras finalidades. A maior parte desses usos tem como consequência a incorporação de impurezas à água, gerando os esgotos domésticos. (SENASA, 2008).

### **3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)**

O Sistema de tratamento de esgoto sanitário é um conjunto de instalações que consiste em redes coletoras, interceptores, emissário, elevatórias de esgoto, estação de tratamento de esgoto, devolvendo ao ambiente o esgoto tratado, de acordo com as exigências da legislação ambiental. Desta forma, o tratamento possui alta eficiência, requer pouco espaço, ocorre a decantação do lodo no tanque de aeração e a produção do gás metano. (BARBOSA, 2005).

As desvantagens dessa forma de tratamento são a necessidade de análises mensais da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) e oxigênio dissolvido (OD), para o acompanhamento da eficácia do tratamento, acompanhado dos custos envolvidos e o tempo necessário para a visualização de resultados. (BARBOSA, 2005).

#### **3.1 Tratamento dos Esgotos**

Tratamento de esgoto é um conjunto de procedimento físico, biológico e químico aplicados a água para que ela retorne em boas condições para o consumo, tendo como finalidade a redução da demanda bioquímica de oxigênio, remover

matérias sólidas, destruir microrganismo patogênico e reduzir substância química indesejáveis (MAGALHAES, 2011).

### **3.2 Importância do tratamento de esgoto**

O tratamento de esgoto é de extrema relevância, pois evita a proliferação de inúmeras doenças parasitárias infecciosas além da degradação de rios, lagos e mares. Os esgotos podem contaminar a água, o alimento, os utensílios domésticos, as mãos, o solo (DELTA SANEAMENTO, 2011).

Em países subdesenvolvidos o não tratamento do esgoto ocasiona altas taxas de mortalidade através de doenças como amebíase, febre tifoide, hepatite infecciosa, giardíase, esquistossomose, tracoma, escabiose, febre paratifoide, ascaridíase, tricuriase e ancilostomíase. (SILVA *et. al.*, 2002).

É de grande relevância tratar os esgotos para a preservação do meio ambiente, já que algumas substâncias exercem ação de destruição de rios, lagos e mares, quando lançado sem tratamento adequado em águas naturais. (LOPES, 2007).

### **3.2 Tratamento Preliminar**

A função do tratamento é eliminar sólidos grosseiros do sistema é composto unicamente por processo físicos. Nesta fase, é realizada a remoção dos sólidos em suspensão, através da utilização do gradeamento e de crivos grossos, e a separação da água residual das areias a partir da utilização caixa de areia. O objetivo deste tratamento é evitar que sólidos em suspensão chegam até a unidade de tratamento subsequentes (BAIRD, 2002; VON SPERLING, 1995).

#### **3.2.1 Tratamento Primário**

Tratamento primário é um tratamento determinado pela remoção de substância grossas e fisicamente separáveis dos líquidos, que não são dissolvidas,

que de modo geral permite a limpeza do efluente, onde as substâncias contaminadas não são degradadas, mas transferida para uma nova etapa (MOREIRA, 2006).

### **3.2.2 Tratamento Secundário**

O tratamento secundário tem finalidade de remover sólidos, matéria orgânica presente no esgoto (DBO solúvel), matéria orgânica em suspensão (DBO suspensa ) do efluente e nutrientes como nitrogênio (N) e fosforo (F), esta fase é chamada de biológico, cuja a atividade principal é alimentação das bactérias microrganismo pela matéria orgânica presente nos resíduos (BAIRD, 2002).

Uma gama de microrganismos faz parte do sistema sendo eles: fungos protozoários e bactérias, dentre outros. Quanto ao motivo deste processo biológico, consiste através do contato efetivo entre esses microrganismos e a matéria orgânica presente do esgoto, de forma que essa matéria serve de alimento aos microrganismo, onde estes se transforma a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular, e responsável pelo crescimento e reprodução dos microrganismo na presença de oxigênio, já na produção anaeróbica tem- se a formação do gás metano (VON SPERLING, 2005).

### **3.2.3 Processos aeróbicos**

O Processo aeróbico constitui em um sistema no qual uma massa biológica se multiplica, flocula, e é constantemente recirculada e depositada em contato com a matéria orgânica do esgoto acompanhada de oxigênio, proveniente de artificial ou natural. Esse tipo de sistema possui um consumo admissível de energia e formam mais lodo do que os anaeróbios, ainda necessita de mais manutenção e cuidados. (ZEEMMAN, LETTINGA, 1999).

### **3.2.4 Processos anaeróbicos**

As características dessa forma de tratamento são a utilização de microrganismos acidogênicos e metanogênicos capazes de oxidar a matéria orgânica

em produtos imóveis. Tem como benefícios a menor produção de lodo, sendo de 5 a 10 vezes menor do que nos tratamentos aeróbicos, não consome energia elétrica, e ocupa um pequeno espaço para a produção de gás metano, não apresenta odor desagradável e nem o aparecimento de moscas. (BARBOSA,2005).

### **3.3 Tratamento químico**

É aplicado quando os tratamentos biológicos e físicos não puderam atender as exigências, este tratamento tem como característica remover as impurezas através de produtos químicos. (FERNANDES, 1999).

Nesta etapa de tratamento há a suspensão de compostos poluentes por meio de métodos simplificados, como lagoa de maturação, desinfecção, processo de eliminação dos nutrientes e filtração final. (PACHECO, 1995)

### **3.4 DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)**

Esse parâmetro representa a medida de oxigênio necessária para consumir a matéria orgânica presente na água, por meio de processos biológicos aeróbicos. A DBO5 é naturalmente usada, após 5 dias de incubação a 20°C, combinado a fração biodegradável dos elementos orgânicos carbonáceos. Esta análise apresenta o metabolismo dos microrganismos heterotróficos, quando os elementos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais fixos ou mineralizados, como por exemplo: a água e o gás carbônico. Neste processo, se consome o oxigênio da água, liberando a energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas (CETESB, 2008).

A DBO5 é um parâmetro utilizado para calcular a carga orgânica, mostrando somente a quantidade de oxigênio que é degradado para mineralizar a matéria orgânica, não quantificando a presença de demais componentes orgânicos não degradados nas circunstâncias de teste e não identificando ou dimensionando efeitos tóxicos ou elementos que possam bloquear a atividade microbiana no período de teste. (MCNEELY et al., 1979).

Os maiores aumentos quando se trata de DBO são a consequência do lançamento de cargas orgânicas, principalmente pelo esgoto doméstico. Os

resultados de altos valores desse parâmetro provoca uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode acarretar o desaparecimento dos peixes e degradação de outros organismos aquáticos.

De acordo com Zanoni (1967) e Adrian & Sanders (1998), para descrever o desenvolvimento da DBO gerada com o tempo, poderia utilizar equações de segunda ordem, pois somando as progressões de consumo de cada componente presente na amostra seria mais difícil que o modelo de primeira ordem, onde a Equação 1 teria mais relevância pela sua praticidade do que seu embasamento científico.

#### 4. APRESENTAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO MOTA

A História de Cândido Mota se inicia com a formação de uma caravana com o intuito de reconhecer, ocupar e colonizar uma vasta área localizada ao sul do estado de São Paulo, em 1890. (SAAE, 2012).

Em 1921 é criado o Distrito de Cândido Mota. Em 1924 se inicia a história política da cidade Cândido Mota. É um município do sudeste da região do estado São Paulo, ocupa uma área de 595, 811km<sup>2</sup>, dívidas em 4.2km<sup>2</sup> de zona urbana e 585.8km<sup>2</sup>de zona rural, tendo por limites: ao Norte o município de Assis e Platina: ao Sul, O Estado do Paraná: a Leste, O município de Palmital, e a Oeste Tarumã e Florínea. Segundo IBGE, no censo publicado em 2020 a população total de Cândido Mota é de 31.280 habitantes. (IBGE 2020).



Figura 1: Localização do município de Cândido Mota - Fonte: SAAE (2012)

#### 5. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

A prefeitura municipal de Cândido Mota conta com os serviços do SAAE– Serviço Autônomo de Água e Esgoto, que a partir do dia 14 de novembro de 1969 foi transformado em autarquia, pelo município lei n°.28/69. O SAAE tem como função o abastecimento de água, coleta e tratamento de água e esgoto assim como reconstrução e manutenção das redes.



**Figura 2: Fachada do SAAE de Cândido Mota** - Fonte: do autor, 2020.

### **5.1 Sistema do tratamento de esgoto de Cândido Mota**

O município de Cândido Mota dispõe de quatro elevatórias de esgoto que se encontram localizadas no Colégio Agrícola, Santa Terezinha, São Geraldo e Vila Alpina. Estes efluentes são bombeados até a ETE central, onde passarão pelo gradeamento, caixa de areia, lagoa anaeróbica, lagoa de estabilização. Após o tratamento é despejado no córrego Jacú.

As lagoas foram projetada no ano de 1993 e construídas em 1994, no respectivo ano a população de Cândido Mota havia 28.116 habitantes e sua carga

máxima de efluente 46,86 l/S 4,049,00 m<sup>3</sup>/dia isso uma carga orgânico de 1.518,26Kg DBO/dia ,onde pretende-se uma eficiência de 90% na redução de DBO e bacterianas (coliformes) de 99%.

Essas lagoas foram projetadas para atender uma demanda de 20 anos que no momento estimava que a população atingiria em 2013, 47.429 habitantes no entanto receberia uma vazão de 95,90 l/S =8,286,00 m<sup>3</sup> /dia sendo assim uma carga orgânica de 2371,00 Kg DBO/dia. (CÂNDIDO MOTA, 2020)

A ETE – Estação de Tratamento dos Esgotos, que foi implantado no ano de 1994 está localizada no prolongamento da rodovia Francisco Gabriel da Mota, as margens do Córrego do Jacú. Sua descrição geográfica é considerada relativamente plana, apresenta boa condição para visita e disponibilidade de energia elétrica.



**Figura3: ETE do município de Cândido Mota - Fonte: Google Maps (2020)**

Os efluentes gerados nas residências são encaminhados por meio da gravidade até as elevatórias onde são bombeados até a ETE, e em seguida são submetidos a gradeamento, caixa de areia, lagoa anaeróbico e lagoa de estabilização e conseqüentemente é lançada no afluente.

## **5.2 Tratamento preliminar**

Este tratamento tem a finalidade de remover as sujeiras grandes encontrada no esgoto, e sólidos não solúveis que vão sendo depositado nas tubulações por conta do mal uso dos usuários como areia e outras partículas densas, também neste local é localizado o medidor de vasão.

As caixas de gradeamento são constituídas por barras metálicas paralelas igualmente espaçadas entre si. Tem como finalidade reter sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes, assegurando um melhor aspecto para as lagoas, e reduz o volume de sobrenadantes e resulta em melhores condições de estabilidade para o sistema. (SAAE, 2012)

## **5.4 CAIXA DE AREIA**

São unidades responsáveis por reter a areia e outros detritos minerais inertes densos que se encontram nos esgotos, a remoção da areia e de outros materiais é feita para evitar o assoreamento das lagoas. (SAAE,2012)

## **5.5 Medidor Parchall**

Este dispositivo tem como objetivo medir a vasão do esgoto ao sistema de tratamento, como controlar a velocidade de escoamento do esgoto, para o perfeito funcionamento da caixa de areia. (SAAE, 2012)



**Figura 4: Tratamento preliminar do SAAE de Cândido Mota - Fonte: do autor**

## **5.6 Tratamento Anaeróbico**

O tratamento primário é constituído por duas lagoas que trabalham em paralelo medindo 55x110 m e com profundidade de 3,5 m (SAAE,1994).

Esse tratamento tem finalidade de remover as partículas em suspensão em três fases: separação de fase, sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, flotação, a segunda fase parte física, como destilação evaporação precipitação física e cristalização e pôr fim a última fase seria o método de transferência de fase (PACHECO,1995).



**Figura 5: Lagoa anaeróbica do SAAE de Cândido Mota - Fonte: do autor.**

### **5.7 Tratamento Aeróbico (Lagoas Facultativas)**

O tratamento secundário é constituído por duas lagoas que trabalham em paralelo medindo 248x 103 m e com profundidade de 2 m a carga efluente da lagoa anaeróbica a carga afluenta da lagoa facultativa, com eficiência de remoção de 60%, a carga afluenta a lagoa facultativa é 948kg DBO/dia (SAAE,1994).

As lagoas facultativas funcionam como um pós tratamento, que são compreendidas com estruturas simples com tanques construídos em terra com a profundidade já estabelecida. Esta forma de tratamento é empregada por microrganismo de estabilização da matéria orgânica no esgoto, como micrometazoários, protozoários bactérias, fungos e leveduras para oxidar

biologicamente a matéria orgânica. Esse processo aeróbico utiliza oxigênio com receptor de elétrons (BARBOSA, 2005).

Os efluentes tratados são lançados no Ribeirão do Jacú, pertencente à Classe 3 (DECRETO N. 39.173, DE 8 DE SETEMBRO DE 1994).



**Figura 6: Tratamento aeróbico do SAAE de Cândido Mota.** - Fonte: do autor

## 6. PONTOS DE COLETA

O trabalho de pesquisa foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto do SAAE de Cândido Mota – SP. A estação iniciou suas operações em 1994, atendendo a princípio 28.116 habitantes e possui tratamento preliminar com gradeamento, caixa de areia e calha Parshall. Seguido de duas lagoas anaeróbicas e de duas lagoas facultativas.

São realizadas as análises de controle periodicamente semestralmente pelo laboratório credenciado (JLA), no qual são coletadas as amostras nos respectivos lugares, na chegada do efluente no tratamento preliminar, na saída da lagoa anaeróbica, na reunião das lagoas anaeróbicas, antes de ser lançado no afluente e a

montante e jusante do sistema de tratamento. No qual eu acompanhei todo o procedimento realizado pelo coletor da empresa.

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O sistema de tratamento da ETE de Cândido Mota é de acordo como indicado no seu projeto de construção, ano de 1994, e conforme informado no documento (Doc. SAAE. Nilton Roberto Ribeiro), projetado para uma população de 47419 habitantes e tratamento para uma carga orgânica de 2371,6kg DBO/dia.

Os critérios mencionados a seguir servem de parâmetros para avaliar e comprovar o dimensionamento das lagoas conforme a carga orgânica a ser recebida e tratada. Poderão os valores a seguir comprovar o Projeto de construção dessas lagoas e assim poder discutir se o sistema de tratamento se encontra hoje de forma eficiente tal como se projetou em 1994.

As análises foram efetuadas pelo laboratório JLA acreditado conforme exigência Cetesb, e comprovado pelos resultados de DBO obtidos no sistema de tratamento. O ponto 1 de coleta está localizado na chegada do esgoto bruto, antes das lagoas anaeróbicas e resultou em uma Demanda Bioquímica de Oxigênio de 719 mg/L. O ponto 2 se encontra após a lagoa anaeróbia e obteve um resultado de 199 mg/L de DBO. Já o ponto 3 se localiza após a lagoa de estabilização e apresentou 139 mg/L de DBO.

A montante do sistema de tratamento (P4) apresentou um resultado de 16 mg/L de DBO. Já a jusante do sistema de tratamento (P5) obteve 15 mg/L de DBO. Os resultados estão de acordo com o artigo 21 parágrafo d da resolução Conama 430 do Ministério do Meio Ambiente, que especifica que a carga máxima de DBO 5 a 20°C não deve ultrapassar 120 mg/L, sendo que esse limite só deve ser superado no caso do sistema de tratamento apresentar eficiência de remoção abaixo de 60%. E o artigo 18 do Decreto 8468/16 da CETESB parágrafo V - DBO 5 dias, 20°C.

O limite de no máximo de 60 mg/l só poderá ser ultrapassado caso o esgoto de sistema de tratamento de águas residuárias reduza a carga poluidora do despejo em no mínimo 80%.

## 7.1 Vazão do efluente

De acordo com a Organização das Nações Unidas cada pessoa necessita de 3,3 mil litros de água por mês. No Brasil o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros de água por dia. Dos 200 litros consumidos, cerca de 150 litros são convertidos em esgoto segundo as normas da ABNT NBR 7229. E efetuando uma regra de três simples chegamos à vazão de esgoto que o município produziria no fim do plano.

Fórmula 1: Cálculo de vazão

1hab	_____	150L/dia
47419hab		X
X= 7.112,850m <sup>3</sup> /dia		

O resultado obtido através do cálculo foi estipulado no final do projeto, ele mostra um valor estimado da população de Candido Mota, portanto este projeto adotou um período de 20 anos cujo a data final de operação foi em 2013.

## 7.2 Cálculo DBO

Segundo o professor Carlos Fernando da Silva, usualmente a vazão doméstica é composta por esgoto somente de residências bem como atividades comerciais e industriais sendo essas duas últimas com valores não significativos.

Sobre característica química (DBO) de esgoto doméstico são usados os seguintes parâmetros.

Fórmula 2: Cálculo de DBO

Parâmetro	Concentração (mg/L)	
DBO5	faixa	típico
	200 – 500	350
7.112,850m <sup>3</sup> /dia X 350mg		
=2,489,497kgDBO/dia		

### 7.3 Volume Requerido para lagoa

De acordo com os cálculos da vazão de DBO chegamos ao valor do volume de carga orgânica estimado pelo projeto aplicando os seguintes cálculos:

Para o valor de carga orgânica estimada de acordo com o projeto chega-se ao volume requerido para a lagoa aplicando os seguintes cálculos:

#### Fórmula 3: Volume requerido para lagoa

$$V=L/L_v$$

L=carga de DBO afluyente (kgDBO/dia)

$L_v$ = taxa de aplicação volumétrica (Kg DBO/m<sup>3</sup>. dia)

V = volume requerido para lagoa

Para uma temperatura de 20 a 25°C =

deve se considerar a taxa de aplicação volumétrica

( $L_v$ ) igual a =0,15Kg DBO/dia

$$V=L/L_v$$

$$V=2489g \text{ de DBO/dia} / 0,15Kg$$

$$V=16596m^3$$

### 7.4 Tempo de detenção hidráulico

Segundo a NBR 12209 (2011, p. 6), o tempo de detenção hidráulica é a relação entre o volume útil de uma unidade de tratamento e a vazão afluyente, expressa em horas, dias ou unidade equivalente.

Deve ser suficiente para a sedimentação dos sólidos e degradação anaeróbia da matéria orgânica solúvel

Fórmula 4: Cálculo de Tempo de detenção hidráulico

T<sub>dh</sub> (tempo de detenção hidráulico)

V (Volume requerido)

Q (vazão do afluente)

$$T_{dh} = V/Q$$

$$16596/7.112,85 = 2.33 \text{ dias}$$

### 7.5 Área média da lagoa anaeróbia

As lagoas anaeróbias variam entre quadradas ou levemente retangulares, com relação: comprimento/largura(L/B) = na ordem de 1 a 3.

Fórmula 5: Área média da lagoa anaeróbia

A<sub>m</sub> (área média)

V (volume da lagoa)

h (profundidade)

$$A_m = V/h$$

$$16596 \text{ m}^3 / 4 = 4149 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = 4149/2 = 2074 \text{ m}^2 \text{ cada lagoa}$$

$$A = B \cdot L = (2,5 \cdot B) \cdot B = 2,5 \cdot B^2$$

$$A = B \cdot L$$

$$2074 = 2,5 \cdot B^2$$

$$2074 = 52 \cdot L$$

$$B = 52 \text{ m}$$

$$L = 40$$

Possíveis dimensões 51x40x4 cada lagoa

### 7.6 Eficiência de remoção de DBO desejada de 60%

Os parâmetros e limites a serem obedecidos, tanto para padrão emissão ( efluentes líquidos ) como para padrão de qualidade (corpo hídricos receptores), constam do regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado Decreto 8468 de 08.09.76 e também da Resolução Federal CONOMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº357 de 17.03.05.

Fórmula 6: eficiência de DBO

$$DBO_{efl} = S_o (1 - E/100)$$

$$DBO_{efl} = 2489(1 - 60/100)$$

$$DBO_{afl} = 995 \text{mg/L}$$

Após esse processo ocorre a diminuição do contato entre a massa líquida e o O<sub>2</sub> atmosférico, também é reduzida a perda de calor do líquido, minimizando a emissão de odores e promovendo a proliferação de insetos. Com isso, o efluente da lagoa anaeróbia passa a ser o afluente da lagoa facultativa.

### 7.7 Área média da lagoa facultativa

O processo de lagoas facultativas, dentre os métodos de lagoas de estabilização, é o mais simples, pois depende apenas de processos puramente naturais e a sua construção baseia-se principalmente em movimentos de terra (corte a terra) e preparação de taludes (VON SPERLING, 2005. p.274)

Fórmula 7: T<sub>dh</sub> da Lagoa Facultativa

$1s = C/A$	$A = C/1s$	$V = A \cdot P = m^3$	$T_{dh} = V/Q = 9950/621$
$C = 995 \text{g/dia}$		$V = 4975 \times 2$	$T_{dh} = 16 \text{ dias}$
$A = 995/200 \text{ h/dia}$		$V = 9950 \text{m}^3$	
$A = 4975 \text{m}^2$			

De acordo com o que foi levantado, seguindo-se os cálculos, pode-se chegar às dimensões da lagoa facultativa 64 por 193m, com profundidade de 2m, como demonstra os cálculos abaixo:

## Fórmula 8: Dimensões da Lagoa Facultativa

$V=L.C. P$	$L^2=414899$
$C=3.L$	$L=64,4m$
$V=L.3. L. P$	
$V=3L^2.P=$	$C=3.64,4$
$2489=3L^2.2$	$C=193$
$3L^2=2489/2$	
$3L^2=1244m^2$	
$L^2=1244/3$	
Área media da lagoa é 64 x 193 x 2	

**8. CONCLUSÃO**

As lagoas foram projetadas e elaboradas de acordo com o projeto inicial fornecido pelo SAAE. Seguindo as suas especificações e normas técnicas para atender a população atual da época de 1994 do município de Cândido Mota, que possuía 28.116 habitantes.

Também foi adotado uma projeção de 20 anos estimando que a população do município atingiria 47.219 habitantes, para os dimensionamentos da estação de tratamento, que foram construídas com caixa de gradeamento, caixa de areia, medidor Parshall, unidade anaeróbia e facultativa, que trabalham em paralelo.

Para monitorar seu funcionamento são realizadas coletas semestralmente. Após a última análise realizada foram apresentados os seguintes resultados: Carga Orgânica Afluente da ETE: 799,8 mg/l DBO, a Carga Orgânica Efluente da ETE: 119 mg/l DBO e com isso uma redução da DBO em 80,67%. À montante do lançamento, Córrego Jacú apresentou 16 mg/L de DBO e OD de 6,6 mg/L. E a jusante do lançamento resultou em 15 mg/L de DBO e 6,27 mg/L de Oxigênio Dissolvido. Diante da análise obtida em agosto de 2020 pelo laboratório certificado JLA, a Estação de

Tratamento do municio de Cândido Mota apresentou reduções consideráveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio e por sua vez atendeu as especificações legais do artigo 16 da resolução Conama 357 e 21.

Com isso, podemos concluir que a ETE, foi dimensionada corretamente e apresenta condições para um aumento populacional de 20.361 pessoas, mas com 31.280 habitantes a ETE se encontra com sua eficiência em 80%, devido à falta de limpeza no gradeamento, caixa de areia que deveria ser realizada diariamente , com a presença de um funcionário no local para a remoção de vegetação. Caso fossem cumpridos os requisitos mencionados, a lagoa apresentaria uma melhor eficiência.

## REFERÊNCIAS

ADRIAN, D.D. & SANDERS, T.G. Oxygen sag equation for second-order BOD decay. *Water Research*, v. 32, n. 3, p. 840-848, 1998.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, Silvane Rodrigues. *Tratamento biológico de esgotos sanitários*. 2005. 44p. Monografia – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2005.

CÂNDIDO MOTA. Município. Dados do Município. Disponível em: <<http://www.candidomota.sp.gov.br/index.php/candidomota/dadoscidade/dadosdomunicipio.html>>. Acesso em 15/10/2020.

CETESB. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Demanda Bioquímica de Oxigênio**. Documento de Orientação, 2008. Disponível em <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaiveis/aguas/variaveis\\_quimicas/demanda\\_bioquimica\\_de\\_oxigenio.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguassuperficiais/aguasinteriores/variaiveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_bioquimica_de_oxigenio.pdf)>. Acesso em 15/10/2020.

DANTAS, Valter de Assis; SOUZA, Marcus Venícius Juliano de. Relato de uma Experiência Pedagógica interdisciplinar: Experimentação Usando como Contexto o Rio Capibaribe. **Química Nova na Escola**, v. 35, nº 1, p.1-8, 2013.

DELTA SANEAMENTO. **A importância do tratamento de esgoto. Sistemas Compactos de Tratamento de Esgoto**. Página de Internet. 2011. Disponível em: <<http://www.deltasaneamento.com.br/mobile/noticia/37/importancia-do-tratamento-dos-esgotos-sanitarios>>. Acesso em 15/10/2020.

FELIX, Erika Pereira; CARDOSO, Arnaldo Alves. Fatores Ambientais que Afetam a Precipitação úmida. **Química Nova na Escola**, n. 21, MAIO 2005, p. 47-50

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira. **Manual prático para a compostagem de bissólidos**. 1. ed. PROSAB, Londrina, 1999.

GRASSI, Marco Tadeu. As Águas do Planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, ed. Especial, p.31-40, maio, 2001.

IBGE. Informações dos Municípios. Censo 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/candido-mota/panorama>>. Acesso em 15/10/2020.

LOPES. Vivian Aparecida. **Determinação da contaminação em corpos d'água classe II através do método D.Q.O e D.B.O.** 2007. 26p. Monografia – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2007.

MACÊDO, Jorge A. Barros; Disponibilidade de água. **Águas & Águas**, 2001, p.1-60

McNEELY. R.N., NEIMANIS, V.P., DWYER. L. Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameters. Ottawa: Environment Canada, 1979. 90 p.

MOREIRA, Renata Castanho. Tratamento de resíduos industriais por método de biodigestor anaeróbio. 2006. 36p. Monografia – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2006.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos – 2º edição revisada e atualizada. – RJ: ABES, 1995; p.200

PACHECO, Eduardo J. C. A. P. Tratamento de Esgotos Domésticos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

PAULINO, R.C.; CASTRO, E.A. de. Metodologia de Análise Parasitológica em Lodo de Esgoto e Esgoto. In: ANDREOLI, C.V.;

ROCHA, M.T. Utilização de Lodo de Esgoto na Agricultura. Piracicazzzz,vf bom xxx x e zzz f ba, 1998. 184p. Tese (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. THOMAZ-SOCCOL, V.;

ROSA, Maria Inês F. P. S.; ROSSI, Adriana V. Mediação Interdisciplinar na construção de um Projeto de Ensino de Química: Uma Análise Pautada no Diálogo de Diferentes Saberes. **Química Nova na Escola**, nº 16, p. 36–40, 2002.

SAAE, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cândido Mota. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Cândido Mota, 2012.

SAAE, Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cândido Mota. **Sistema de Esgoto Sanitário – Estação de Tratamento Central**. Cândido Mota, 1994.

SÃO PAULO. Decreto n. 39.173, de 8 de setembro de 1994 - Dispõe sobre o reenquadramento dos corpos d'água que especifica e dá providências correlatas

SENADO. Brasil não trata a maior parte do esgoto urbano. **Revista Em Discussão!** nº 23, dezembro de 2014. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/escassez-de-agua/materia.html?materia=brasil-nao-trata-a-maior-parte-do-esgoto-urbano.html>>. Acesso em 15/10/2020.

SENASA. Secretaria Nacional do Saneamento Básico. Esgotamento Sanitário. Manual de Operação e Manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgoto.

SILVA, Bernardo R.; ROCHA JR, Josenberg M.; PIMENTA, Hadson C. D., TORRES, Felipe R. M. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Anais ENEGEP**, p.3, Curitiba, Outubro, 2002.

SILVA, Carlos Ernando da. Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – **Ementa da Disciplina**. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/c862b23fa799314b7190be58990d50ff.htm>>. Acesso em 15/10/2020

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 1995.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. de L. Biological wastewater treatment in warm climate regions. London UK: IWA Publishing e Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005, v.1.

ZANONI, A.E. Waste water deoxygenation at different temperatures. **Water Research**, v. 1, p. 543-566, 1967.

ZEEMAN, G.; LETTINGA, G. The Role of Anaerobic Digestion of Domestic Sewage in Closing The Water and Nutrient Cycle at Community Level. *Water Science Technologic*, v. 39, n. 5, p. 187- 194, 1999.