

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA
CURSO ENGENHARIA CIVIL

PROCESSOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

ARTHUR VIEIRA GOMIDES
GEANY BRITO DOURADO

GOIÂNIA
Maio/2020

**ARTHUR VIEIRA GOMIDES
GEANY BRITO DOURADO**

PROCESSOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás –Uni Anhanguera, sob orientação da mestra Kelen Cristiane Noleto da Costa, como requisito parcial para obtenção do título bacharel em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Maio/2020

TERMO DE APROVAÇÃO

ARTHUR VIEIRA GOMIDES

GEANY BRITO DOURADO

PROCESSOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

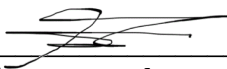
Trabalho final de curso apresentando à banca examinadora como requisito para a obtenção do grau de Bacharelado no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA na data de 20 de maio de 2020.



Profa. M^a. Kelen Cristiane Noleto da Costa
Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA



Prof. Esp. Danilo Francisco da Cunha
Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA



Prof. Esp. Murilo Faria Cezar
Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA

PROCESSOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES

Arthur Vieira Gomides¹

Geany Brito Dourado²

Orientadora: Kelen Cristiane Noleto da Costa³

RESUMO: O saneamento básico no Brasil é um problema antigo e que atualmente causa grande preocupação, pois afeta diretamente o mecanismo de saúde pública. O trabalho de um engenheiro civil, atualmente é condicionar qualidade de vida, voltado sempre a resolver situações que afetam diretamente a sociedade, buscando nesse novo ciclo tecnológico, vertentes capazes de melhorar a qualidade de vida da população. Nessa perspectiva, o presente trabalho, aborda uma pesquisa bibliográfica de uma área específica da engenharia, que tem causado bastante discussão e reflexão para o meio social, dedicada ao uso da água como resíduo: o saneamento. Atualmente, há diferentes tipos de processo utilizados para o tratamento de água e efluentes. Acredita-se que o processo anaeróbio é um meio de tratamento biológico com uma boa eficiência para a degradação da matéria orgânica de efluentes biodegradáveis, além do baixo consumo energético. Iremos abordar então dois tipos de processos muito utilizados no tratamento de efluente: o reator anaeróbio de fluxo ascendente e as lagoas de estabilização. O reator anaeróbio de fluxo ascendente é um sistema de tratamento anaeróbio de grande potencial. Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que outros sistemas convencionais e boa adaptação às condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos (Belli Filho et al., 2001). As lagoas de estabilização podem ser entendidas como sendo um corpo de água lântico, ou seja por águas calmas, com pouca ou nenhuma movimentação, construída de forma artificial que tem como finalidade o armazenamento e o tratamento de resíduos orgânicos tais como o esgoto sedimentado e bruto, os despejos industriais de natureza orgânica/oxidável ou ainda as águas residuárias oxidadas (UEHARA, VIDAL, 1989). O principal objetivo dessa pesquisa bibliográfica é apresentar um pouco sobre o processo desses dois métodos além de mostrar suas vantagens e desvantagens como tratamento do efluente.

PALAVRAS-CHAVE: Processo anaeróbio. Vantagens. Impactos.

1 INTRODUÇÃO

É de ampla noção a crise que o setor de saneamento no Brasil enfrenta, embora se deva reconhecer a melhoria nos últimos anos, de alguns indicadores de cobertura da população, por redes coletoras e por sistemas de tratamento dos esgotos. Ainda assim, são baixos os índices de cobertura, com aproximadamente 53% dos domicílios particulares, permanentemente urbanos, conectados a redes coletoras (IBGE, 2003). O diagnóstico dos serviços de água e esgotos -2005

¹ Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA E-mail: arthurgomide03@hotmail.com.

² Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA E-mail: geany-2007@hotmail.com.

³ Professora mestra no Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA E-mail: kelenfisica@gmail.com.

também indica um índice de cobertura próximo, com atendimento urbano por coleta de esgotos igual a 48% (SNIS, 2006).

Em relação ao tratamento de esgotos, o diagnóstico do SNIS (2006) indica resultados preocupantes, com 31% dos esgotos gerados passando por alguma forma de tratamento. Considerando um índice de atendimento por coleta de esgotos próximo de 50%, apreende-se que, do total de esgotos produzidos no Brasil, apenas cerca de 15% são tratados. Mesmo nos municípios que tratam partes dos esgotos gerados, muitas vezes as estações de tratamento apresentam eficiência reduzidas e problemas operacionais são frequentes (Andrade Neto, 1997; Oliveira, 2006).

Em meados do século XIX, começaram a se desenvolver as primeiras tecnologias de tratamento anaeróbio, sendo a Inglaterra pioneira nesse tipo de tratamento. Inicialmente consistia no processo de decomposição dos sólidos existentes nos esgotos por um sistema de liquefação, cujo objetivo principal era eliminar ou reduzir tais sólidos para tornar o efluente apto para o tratamento. No Brasil tem se fortalecido e solidificando cada vez mais o tratamento anaeróbio, principalmente de esgoto doméstico. Isso se deve a grande eficácia na eliminação de substância orgânica, além de apresentaram facilidade em sua operação e um custo baixo de implantação.

Atualmente, há diferentes tipos de processo utilizados para o tratamento de água e efluentes. Devido a problematização e a impactos econômicos, sociais e ambientais, estudiosos têm buscado métodos mais eficaz, como o processo anaeróbio. Acredita-se que o processo anaeróbio é um meio de tratamento eficaz e de viabilidade econômica e ambiental. A tecnologia anaeróbia, aplicada ao tratamento de esgoto doméstico, experimentou um significativo avanço no país. Dezenas de novos reatores anaeróbios foram implantadas, desde então, colocando o Brasil em uma posição de vanguarda no cenário internacional, notadamente em função do estabelecimento e consolidação de diretrizes mais apropriadas para o projeto, a construção e a operação dos reatores de manta de lodo (UASB). No Brasil, se por um lado existe uma larga experiência com a utilização de tanques sépticos, por outro, as condições operacionais são usualmente deficientes, devido á falta de análise dos projetos e de acompanhamento da execução e da operação dos sistemas (Andrade Neto, 1994).

Diante do que foi exposto, este trabalho busca evidenciar e comparar dois principais tratamentos anaeróbios sendo o reator UASB e a lagoa anaeróbia. As expectativas diante desse tema são pertinentes a colocar em prática todo o conhecimento adquirido nessa área, além da

experiência profissional atual conferir uma qualificação contributiva para construção deste trabalho.

2 METODOLOGIA

Este trabalho busca apresentar uma revisão literária sobre os processos de tratamentos de efluentes. Como principais referências no que diz respeito a nossa metodologia utilizamos Chernicharo & Campos (1995), Von Sperling (1995), Lettinga (1996), Mendonça (2017) e Rocha (2005). A partir de leituras e análises de obras literárias desses autores foi-se desenvolvendo os conceitos e aplicações no que se refere o tratamento de esgotos sanitários. No qual foi possível comparar alguns tipos de tratamentos existentes, suas vantagens e desvantagens e um pouco do seu processo de execução.

Segundo Chiara, Kaimen, et al., (2008) a pesquisa bibliográfica é o levantamento de conhecimentos acessíveis sobre teorias, afim de analisar, produzir ou explicar um conteúdo a ser investigado. A pesquisa bibliográfica visa então analisar as principais fontes teóricas sobre um determinado tema.

A seguir será apresentado em forma de referencial teórico um embasamento bibliográfico, será por meio dele que compreenderemos a especificidade de nosso tema, ajudando a entender as possíveis situações dos principais tipos de tratamentos sanitários existentes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Existem vários sistemas para o tratamento de águas residuárias, nos quais são utilizados diferentes processos (físicos, químicos ou biológicos). Dessa forma, a seguir serão apresentados conceitos sobre o reator anaeróbio de fluxo ascendente UASB e o sistema de lagoa de estabilização, para que assim possa ser feito uma correlação entre os dois sistema.

Para dar embasamento a este trabalho, a seguir será discorrido sobre os dados teóricos que fortalecem o nosso tema na seguinte ordem: reator anaeróbio de fluxo ascendente UASB e sistema de lagoa de estabilização.

Atualmente o mercado oferece diferentes tipos para o tratamento biológico de esgoto, efluentes industriais e domésticos. Uma delas é a tecnologia baseada na decomposição anaeróbia da matéria orgânica.

O tratamento anaeróbio consiste em um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, que utiliza a ação bacteriana para desenvolver a transformação de compostos orgânicos substanciais, como carboidratos, lipídios e proteínas, em subprodutos mais simples como o gás carbônico e metano. (NETO, 2007)

3.1 REATOR ANAERÓBIO UASB

O reator anaeróbio de fluxo ascendente é um sistema de tratamento anaeróbio de grande potencial. Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que outros sistemas convencionais e boa adaptação às condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos (Belli Filho et al., 2001).

Em termos de processo, o dispositivo mais característico do DAFA (como é conhecido no Brasil) é o separador de fases. Este é colocado no reator e o divide em uma parte inferior, onde há uma manta de lodo, responsável pela digestão anaeróbia, e uma parte superior ou zona de sedimentação. A água residuária entra pelo fundo do reator anaeróbio e segue uma trajetória ascendente, passando pela zona de digestão, atravessando uma abertura existente no separador de fases e entrando para a zona de sedimentação. Quando a água residuária entra no reator, ocorre à mistura do material orgânico nela presente com o lodo anaeróbio presente na zona de digestão, propiciando então a digestão anaeróbia, o que resulta na produção de biogás e no crescimento de lodo.

A aceitação e a disseminação da tecnologia anaeróbia para o tratamento de esgoto doméstico, notadamente dos reatores tipo UASB, colocam o Brasil em uma posição avançada em nível mundial. Estima-se que exista atualmente mais de 400 reatores anaeróbio tipo UASB tratando esgoto doméstico no Brasil, a maioria deles localizada nos estados do Paraná, da Bahia, de Minas Gerais e no Distrito Federal. Existem ainda diversos reatores anaeróbios em operação em outros estados, particularmente no Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

Os primeiros reatores desenvolvidos foram na Holanda na década de 70, na Universidade de Wageningen pela equipe o Prof. Gatzert. A equipe nomeou de reator UASB (UpflowAnaerobicSludgeBlanketReactors), em português a tradução seria “Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo”. Porém, no Brasil há várias nomenclaturas para o reator, sendo quatro siglas de uso muito frequente em nosso meio:

- DAFA (digestor anaeróbio de fluxo ascendente);
- RAFA (reator anaeróbio de fluxo ascendente);
- RALF (reator anaeróbio de leito fluidificado);

- RAFAALL (reator anaeróbio de fluxo ascendente através de leito de lodo).

Essas siglas são usadas para facilitar a identificação do tipo de processo utilizado, entretanto, é preciso tomar cuidado para não fazer uso de denominações incorretas dos diferentes tipos de reatores. Assim, de forma geral, os especialistas da área costumam se referenciar pela nomenclatura original da tradução.

Às condições climáticas é um dos motivos pelo qual faz o país ocupar uma posição avançada no cenário mundial, em relação à aceitação e a disseminação de reatores anaeróbios, em especial dos reatores de fluxo ascendentes e manta de lodo (UASB). A seguir é apresentada a tabela 1 uma tabela com as principais vantagens e desvantagens dos processos anaeróbios segundo Chernicharo & Campos (1995), Von Sperling (1995) e Lettinga (1996).

Tabela 1 – Principais vantagens e desvantagens

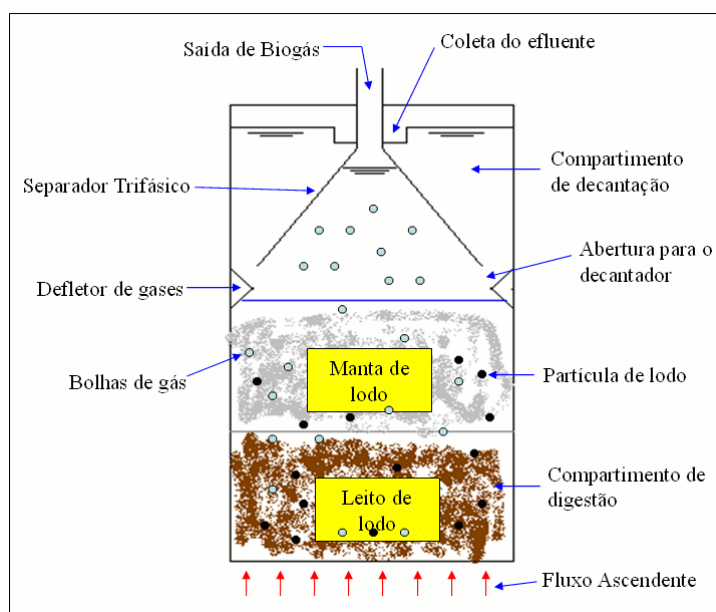
VANTAGENS	DESVANTAGENS
• Baixa produção de sólidos, cerca de 2 a 8 vezes inferior á que ocorre nos processos aeróbios; • Baixo consumo de energia, usualmente associado a uma elevatória de chegada. Isso faz com que os sistemas tenham custos operacionais muito baixos; • Baixa demanda de área; • Baixos custos de implantação, da ordem de 20 a 30 dólares per capita; • Produção de metano, um gás combustível de elevado teor calorífico; • Possibilidade de preservação da biomassa, sem alimentação do reator, por vários meses; • Tolerância a elevadas cargas orgânicas; • Aplicabilidade em pequena e grande escala; • Baixo consumo de nutrientes.	• Remoção de nitrogênio, fósforo e patógenos insatisfatória; • Produção de efluente com aspecto desagradável e usualmente com qualidade insuficiente para atender os padrões ambientais. Em decorrência, alguma forma de pós-tratamento é normalmente necessária; • Possibilidade de distúrbio devido a choques de carga orgânica e hidráulica, presença de compostos tóxicos ou ausência de nutrientes; • A bioquímica e a microbiologia da digestão anaeróbia são complexas e ainda precisam ser mais estudadas; • A partida do processo pode ser mais lenta, na ausência de lodo de semente adaptado; • Possibilidade de geração de maus odores e de problemas de corrosão, porém controláveis.

Fonte: Autoria própria

Com o aumento de pesquisas na área de tratamento anaeróbio apurado nos últimos anos, foram designados os “Sistemas de alta taxa”. Esses se caracterizam basicamente pela capacidade em reter grandes quantidades de biomassa (matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, utilizada na produção de energia), de elevada atividade, mesmo com a aplicação de baixos TDH (tempos de detenção hidráulica). Desse modo, consegue-se manter um elevado tempo de retenção de sólidos, mesmo com a aplicação de elevadas cargas hidráulicas no sistema. O desfecho é a obtenção de reatores compactos, com volumes bastante inferiores aos digestores anaeróbios convencionais, mantendo-se no entanto o elevado grau de estabilização do lodo.

O reator de manta de lodo foi inicialmente desenvolvido e aplicado na Holanda. Fundamentalmente, o processo consiste de um fluxo de ascendente de esgotos através de um leito de lodo denso e de elevada atividade. A estabilização da matéria orgânica ocorre em todas as zonas de reação sendo a mistura do sistema promovida pelo fluxo ascensional do esgoto e da bolha de gás. O esgoto entra pelo fundo e o efluente deixa o reator através de um decantador interno localizado na parte superior do reator. Um dispositivo de separação de gases e sólidos, localizado abaixo do decantador, garante condições ótimas para a sedimentação das partículas que se afastam do lodo, permitindo que estas retornem a câmara de digestão, ao invés de serem arrastados para fora do sistema como pode ser observado na figura esquemática a seguir.

Quadro 1- Processos de um reator UASB



Fonte: Google.⁴

⁴ Disponível em < https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Desenho-esquemático-de-um-reator-UASB_fig1_319163514 > Acesso em Maio 2020.

Um dos princípios fundamentais do processo é a sua habilidade em desenvolver uma biomassa de elevada atividade e um segundo princípio fundamental, é a presença de um dispositivo de separação de sólidos e gases, localizados na parte superior do reator.

O reator de manta de lodo é capaz de suportar altas taxas de carga orgânica e a grande diferença quando comparado com outros de mesma geração, é a simplicidade construtiva e os baixos custos operacionais. As características mais importantes que governam a operação de um reator são:

- As características do fluxo ascendentes devem assegurar o máximo contato entre a biomassa e o substrato;
- Os curtos-circuitos devem ser evitados, de forma a garantir tempos de retenção suficientes para a degradação da matéria orgânica;
- O sistema deve ter um separador trifásico bem projetado, capaz de separar de forma adequada o biogás, o líquido e o sólido, liberando os dois primeiros e permitindo a retenção do último;
- O lodo na região da manta deve ser bem adaptado, com alta atividade metanogênica específica e excelente sedimentabilidade.

A carga hidráulica volumétrica é a quantidade de esgoto aplicada diariamente ao reator, já o tempo de retenção hidráulica, é o inverso da carga hidráulica volumétrica e pode ser entendida como:

$$CHV = \frac{Q}{V} \rightarrow \text{equação (1)}$$

Sendo:

CHV – carga hidráulica volumétrica ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$);

Q – vazão (m^3/d);

V – volume total do reator (m^3).

$$t = \frac{1}{CHV} \rightarrow \text{equação (2)}$$

Sendo:

t – tempo de detenção hidráulica (d).

Estudos experimentais demonstraram que a carga hidráulica volumétrica não deve passar o valor de $5,0 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, o que equivale a um tempo de detenção hidráulica mínimo de 4,8 horas. A estimativa da eficiência de reatores UASB ainda vem sendo feita por meio de relações empíricas, obtidas a partir de resultados experimentais em operações. Uma pesquisa feita em

dezesseis reatores UASB em escala plena observa que as eficiências de remoção de DQO e DBO são afetadas de forma significativa, pelo tempo de detenção hidráulica do sistema, tendo variado de 40 a 80% para a remoção de DQO, e de 40 a 90% para a remoção de DBO (CHERNICHARO, 2005).

3.2 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

As lagoas são escavações taludadas que possibilita alto tempo de detenção de esgoto sanitário sem necessidade de mecanização. Elas apresentam a vantagem de ter um baixo custo para a sua implantação, com projetos simples em sua concepção e operação além de baixo custo energético. Como desvantagens pode-se mencionar a necessidade de grandes áreas, algas no efluente final e os maus odores das lagoas anaeróbicas (MENDONÇA, 2017).

As lagoas de estabilização podem ser entendidas como sendo um corpo de água lântico, ou seja por águas calmas, com pouca ou nenhuma movimentação, construída de forma artificial que tem como finalidade o armazenamento e o tratamento de resíduos orgânicos tais como o esgoto sedimentado e bruto, os despejos industriais de natureza orgânica/oxidável ou ainda as águas residuárias oxidadas (UEHARA, VIDAL, 1989).

O tratamento ocorre por meio de processos naturais chamados de autodepuração ou estabilização que acontece de forma parcialmente controlada. Neste processo, os compostos orgânicos putrescíveis são transformados em compostos minerais ou orgânicos com maior estabilidade utilizando-se para tanto organismos vivos como: protozoários, algas, bactérias e macroinvertebrados.

Em meados da década de 1940, nos EUA, as lagoas começaram a ser estudadas, e em 1948 foi fundada a Lagoa Maddock, a primeira a ser projetada de forma exclusiva para o tratamento de esgoto bruto. Essa idéia passou a ser utilizada em série na Austrália e em decorrência dessa prática as lagoas de estabilização passaram a ser conhecidas como “Lagoas Australianas” (GONDINHO, 1998). Já em solo brasileiro, segundo Andrade Neto (1997), a primeira lagoa de estabilização em série foi instituída nos anos 60 em São José dos Campos tendo como pioneiros os engenheiros Benoit Victoretti e Carlos Philipowsky.

O mecanismo de funcionamento das lagoas para tratamento de esgoto é bastante simples, nele ocorre a estabilização das matérias orgânicas pela ação das bactérias e tal processo necessita de lagos que possam receber o efluente a ser tratado. O tratamento dispensado poderá ser aeróbio ou anaeróbio a depender: da profundidade da lagoa; das condições físico-químicas

do efluente e também o nível de insolação que o local apresenta. O fluxo dos efluentes para as lagoas precisa ser coordenado tendo um tempo adequado para a retenção para que a autodepuração seja possível (AQUARONE, 1986).

As lagoas podem receber diferentes tipos de classificação, dependendo do tipo de atividade biológica. Elas podem ser anaeróbias, aeróbias, facultativas e de maturação (UEHARA, VIDAL, 1989). Para Andrade Neto (1997) não existem lagoas estritamente aeróbias visto que sempre se forma uma camada anaeróbia ao fundo da lagoa por mais que tem pouca espessura. Dentro dessa linha de entendimento o quadro a seguir apresenta as características de cada tipo de lagoa segundo sua função, eficiência e parâmetros do projeto propiciando o funcionamento adequado para cada lagoa.

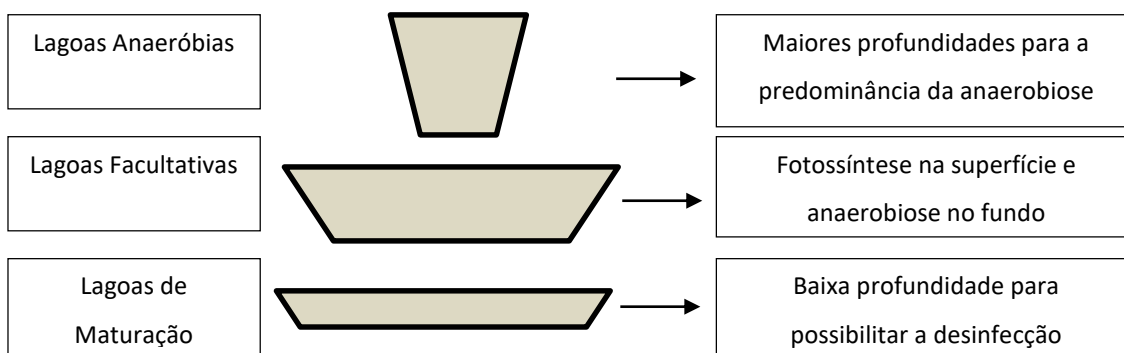
Tabela 2 – Principais funções das principais tipos de lagoa

Tipos de Lagoa	Profundidade (m)	Tempo de retenção (dias)	Papel Principal	Eficiência (%)
Anaeróbia	2 - 5	3 - 5	Sedimentação de sólidos: remoção de DBO e helmintos, etc.	DBO: 40 – 60% SS: 50 – 70% Helmintos: 70%
Facultativa	1 - 2	4 - 6	Remoção de DBO	DBO: 50 – 70% e aumento de SS devido as florações de algas
Maturação	1 - 2	12 - 18	Remoção de patógenos e nutrientes	DBO: 30 – 60% SS: 20 – 40% Nitrogênio: 40 - 60% Helmintos: 100%

Fonte: Adaptado de Horan (1989)

Em síntese as características que traçam distinção entre os três principais tipos de lagoas têm-se:

Figura 1 - Aspectos dos principais tipos de lagos



Fonte: Adaptado de (MENDONÇA, 2017).

A Lagoa Anaeróbia apresenta algumas características peculiares, elas são mais profundas, apesar de ocuparem uma área menor; seu período de retenção dura em média 4 dias. É capaz de remover entre 40 e 60% da DBO. Para que funcione adequadamente é importante que seja alto o teor da matéria orgânica, não devendo existir matérias tóxicas no esgoto e a temperatura ambiente precisa estar acima de 25°C (SOERENSEN, 1999).

As principais vantagens do método residem no fato de que estas produzem menor quantidade de lodo e dispensam a necessidade de aeração. Como desvantagens pode-se destacar o fato de que a estabilização completa necessitará de um processo adicional, o tratamento aeróbico. É interessante utilizar esse método em situações em que existam maiores níveis de teor orgânico (proteínas e gorduras) sem que o esgoto não poderá conter substâncias tóxicas. Suas principais indicações estão voltadas ao tratamento de esgotos provenientes de matadouros e frigoríficos (MENDONÇA, 2017).

No caso das lagoas anaeróbias a processo de estabilização se dá através do fenômeno de digestão ácida e fermentação metanogênica. A princípio, os micro-organismos facultativos, em decorrência da ausência do oxigênio dissolvido, passa a converter as substâncias orgânicas complexas em compostos mais simples, em especial, os componentes orgânicos ácidos. Nesta etapa se pode observar que a síntese (produção de material celular), os compostos intermediários e o pH cai para valores entre 5 e 6 (MENDONÇA, 2017).

Na etapa seguinte, aquelas bactérias (anaeróbias) responsáveis pela produção do metano convertem os ácidos orgânicos em metano e em dióxido de carbono e o pH volta a subir ficando em um nível entre 7.2 e 7.5 (MENDONÇA, 2017).

Por fim, na etapa de digestão ácida quase não são reduzidos os níveis de DBO₅ ou DQO, o que acontece é a transformação dos carboidratos em açúcares e estes em ácidos orgânicos, aldeídos e álcoois. Também são transformados os lipídios, gorduras e óleos em ácidos orgânicos e álcoois e as proteínas em aminoácidos que por sua vez é convertida em ácidos orgânicos, mercaptanas e aminas (MENDONÇA, 2017).

Os compostos intermediários que são formados durante este processo (ácido acético, propiônico e butírico) são posteriormente transformados em metano e dióxido de carbono através da ação das bactérias. No processo anaeróbio os sulfetos se difundem na camada superior da lagoa podendo serem observadas na espuma escura que se forma. Essa crosta é benéfica visto que impedem que o sol penetre na lagoa, além de proteger a lagoa da luz e dos ventos, possibilitando a conservação da temperatura dos líquidos e evitando que os odores provenientes do ácido sulfúrico exalem para atmosfera. Fatores como tempo de detenção,

profundidade e aplicação de carga orgânica também são variáveis que influenciam nos odores e na redução de concentrações orgânicas (ROCHA, 2005).

As lagoas facultativas são operacionalizadas por meio da ação de algas e bactérias que recebem influência da luz solar e de processos de fotossíntese. Nelas a matéria orgânica presente no esgoto é estabilizada sendo que parte é convertida em matéria mais estável em forma de células de algas e outra parte é convertida em produtos inorgânicos que saem no efluente. A denominação “facultativa” se dá em virtude das condições aeróbias presentes na parte superficial da lagoa, que libera oxigênio bem como das condições anaeróbias mantidas na parte inferior, em que a matéria orgânica é sedimentada, sendo este um dos tipos mais utilizados (ROCHA, 2005).

Por sua vez, as lagoas de maturação têm como função principal diminuir a quantidade de coliformes fecais termotolerantes que estejam presentes no esgoto. Este tipo de lagoa é usado posterior ao tratamento completo. Com um adequado dimensionamento consegue-se remover até 99,9999% dos coliformes fecais termotolerantes (ROCHA, 2005).

Os sistemas de Lagoa de Estabilização apresentam duas principais vantagens sendo o baixo custo de construção e a facilidade de operação. As desvantagens são: os custos da implantação relativamente elevados nos casos de uso de mantas impermeabilizantes. Em casos de grandes lagoas anaeróbias, as superfícies extensas repercutem em risco de mistura de massas em decorrência dos ventos e isso faz com que regiões que deveriam ser anaeróbicas fiquem aeradas. Em caso de picos de carga problemas com odores são desencadeados; Baixa flexibilidade operacional em decorrência do grande volume de líquidos (ROCHA, 2005).

Caracterizar um efluente é relevante para a tomada de decisões relacionadas a manutenção, operação e melhorias do sistema e para isso é importante conhecer os parâmetros físico-químicos como: o potencial hidrogeniônico, a turbidez, a demanda química de oxigênio (DQO), Oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de Oxigênio (DBO), os sólidos, nitrogênio, os sulfetos/sulfatos e os metais pesados (ROCHA, 2005).

Alguns fatores importantes relacionados as lagoas são a adequação da temperatura; a luz solar; a ventilação; o pH; a carga orgânica (DBOs); a evaporação, a precipitação pluviométrica e a profundidade (ROCHA, 2005).

O quadro a seguir, de forma bem resumida, apresenta as vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas

Vantagens	Desvantagens
Sua construção é de baixo custo	A remoção de resíduos sólidos em suspensão
É de fácil operação	São necessárias grandes áreas de terreno para que sejam construídas

Fonte: Adaptado de Sperling et al (1996)

Fazendo uma comparação entre as lagoas e o reator, de modo claro e resumido as principais características que traçam uma distinção entre eles são:

Quadro 4 – Comparativo sistemas de lagoas e reator

Lagoas	Reator
Faz tratamento complementar e primário	Precisa de tratamento complementar
Eficiência atinge de 50% a 70%	Eficiência atinge de 65% a 75%
Baixo custo	Maiores custos

Fonte: Adaptado de Sperling et al (1996)

4 CONCLUSÕES

O intuito desse trabalho foi apresentar alguns tipos de tratamentos anaeróbios existentes, suas vantagens e desvantagens e um pouco do seu processo de execução. Ambos tratamentos são considerados tratamentos primários, que é uma fase de suma importância para o tratamento eficiente do esgoto. Devemos ressaltar também que o tratamento através do reator UASB substitui o tratamento feito pela lagoa anaeróbia e vice-versa.

Diante dos numerosos sistemas de tratamento de efluentes sanitários existentes, pode-se concluir que para se chegar em um processo ideal deve-se analisar diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Olhar a eficiência de cada um na remoção da DBO, o cenário disponível para sua implantação, em conjunto com seu custo de implantação e operação, além de respeitar as normas ambientais vigentes.

Portanto, para definir um sistema ideal de tratamento sanitário, seriam necessários outros estudos futuros. Estudos mais detalhados, como por exemplo, relacionando os custos de construção e operação, a formação de resíduos sólidos e os impactos ambientais provocado por cada possibilidade de tratamento exposto nesta pesquisa. Com isso, se poderia assegurar uma alternativa, para um processo de tratamento, com um melhor embasamento.

5 REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, Olavo; COSTA, Ernani S. ; GIORDANO, Gandhi. **Reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB): uma abordagem concisa**. Rio de Janeiro: COAMB/FEN/UERJ, 2014.

BORGES, E. A. M. A., SANTOS, A. S. P. **Desenvolvimento da Aplicação dos Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) no Brasil**. 2017. 18 p. Artigo - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

METCAL, E EDDY. **Desenvolvimento da Aplicação dos Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) no Brasil**. 2017. 18 p. Artigo - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Rio de Janeiro, Brasil.

PONTES, P. P. **Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador**. 2003. 198 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2003.

REVISTA TAE – Especialista em tratamento de água e efluente.

RISSOLI, César Augusto. **Estudo de parâmetros operacionais do reator UASB tratando esgoto doméstico e avaliação da biodegradabilidade do seu efluente**. Brasília: ENC/FT/UnB, 2004.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Reatores anaeróbios. Volume 5, 2ª edição**. Editora UFMG Belo Horizonte, 2019.

AQUARONE, E. URGEL, WB; LIMA, A. **Biotecnologia. Tópicos de microbiologia industrial**. Edgar Blucher Ltda, 2 ed, v 2, 1986.

ANDRADE NETO, C. O. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

GONDINHO, L. J. F. **Avaliação das características das águas residuárias do aterro sanitário da Ribeira, São Luis-MA e da eficiência do seu tratamento através de lagos de**

estabilização durante o período chuvoso. Universidade Federal do Maranhão. Curso de Química Industrial.

MENDONÇA, Sérgio Rolim. **Sistemas sustentáveis de esgoto: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reuso na agricultura.** São Paulo: Blucher, 2017.

ROCHA, Elisângela Maria Rodrigues. **Desempenho de um Sistema de Lagoas de Estabilização na Redução da carga orgânica do percolado Gerado no Aterro da Muribeca (PE).** Recife, 2005.

SOERENSEN, Bruno. **Manual de Saúde pública.** Marília: UNIMAR. São Paulo: Arte & Ciência, 1999.

UEHARA, M.Y; VIDAL, W.L. **Operação e manutenção de lagos anaeróbios e facultativos.** São Paulo. CETESB. p. 91, 1989.