

MATERIAL DE APOIO AO USUÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Visando facilitar a interação com este programa, alguns parâmetros que geralmente são adotados pelo projetista da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) foram adotados pelos desenvolvedores deste programa se tornando fixos, ou seja, o usuário não poderá alterá-los. Ressalta-se que no caso da remoção de DBO, DQO e SST adotou-se sempre o limite inferior da faixa de eficiência admitida nestas unidades. Segue a lista de considerações para cada unidade presente neste programa:

- GRADE (Não possui considerações)
- DESARENADOR
 - Foi escolhido o desarenador do tipo prismática retangular por gravidade;
 - Altura do fundo igual a 0,2 m (repartimento para armazenamento de areia entre limpezas).
- CALHA PARSHALL (Não possui considerações)
- REATOR UASB
 - Volume máximo admitido para o reator de 2000 m³;
 - Altura útil fixada em 5 m;
 - Produção de lodo de 0,18 kg SST/kg DQO;
 - Teor de sólidos no lodo igual a 4%;
 - Densidade típica de 1,02 do lodo;
 - Eficiência de remoção de 65% de DBO e 70% de DQO;
 - Produção de biogás com base na vazão atual de esgotos.
- LAGOA ANAERÓBIA

- Profundidade fixada em 4,5 m;
 - Área máxima de cada lagoa de 2000 m²;
 - Eficiência de remoção de 50% de DBO;
 - Acúmulo de lodo de 0,01 m³/(hab*ano);
- LAGOA FACULTATIVA
 - Profundidade fixada em 2,0 m;
 - Eficiência de remoção de 80% de DBO.
- LAGOA DE MATURAÇÃO
 - Tempo de detenção de 4 dias;
 - Profundidade de 1 m;
 - Número fixo de 3 lagoas em série;
 - Relação comprimento/ largura igual 5.
 - Consideração de fluxo de dispersão para o regime hidráulico
- CAIXA SEPARADORA ÁGUA E ÓLEO (CAIXA SAO) (Não possui considerações)
- TANQUE SÉPTICO
 - Eficiência de remoção de 30% de DBO;
 - Eficiência de remoção de 20% de SST.
- FILTRO ANAERÓBIO
 - Esta unidade sempre deve ser precedida do tanque séptico;
 - Eficiência de remoção de 40% de DBO;
 - Eficiência de remoção de 40% de DQO;
 - Eficiência de remoção de 70% de SST.
- WETLANDS
 - Wetland de fluxo horizontal subsuperficial;
 - Profundidade do meio filtrante de 0,5 m;
 - Foi considerada brita nº0 e nº1 com porosidade média de 40%;

- Relação comprimento/largura de 2;
- Eficiência de remoção de 60% de DBO.

2. LEGISLAÇÃO VIGENTE

Foram consideradas neste programa, a nível federal, as seguintes resoluções:

- Resolução CONAMA 357/2005 - 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.
- Resolução CONAMA 375/2006 - Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA 410/2009 - Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008

Além destas, foram citadas as seguintes Normas no material de apoio:

- ABNT NBR 10004/2004: Resíduos sólidos – Classificação
- ABNT NBR 10005/2004: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos
- ABNT NBR 10006/2004: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
- ABNT NBR 10007/2004: Amostragem de resíduos sólidos

3. ESTIMATIVA POPULACIONAL

Todas as informações contidas neste tópico foram retiradas de Von Sperling (2011).

Para o projeto da estação de tratamento, é necessário o conhecimento da população de final de plano, bem como sua evolução ao longo do tempo, para as etapas de implantação.

Os principais métodos utilizados para as projeções populacionais são :

- crescimento aritmético
- crescimento geométrico
- regressão multiplicativa
- taxa decrescente de crescimento
- curva logística

Existem ainda outros métodos para quantificação de forma indireta, contudo dada a precisão apresentada, serão dispostos aqui apenas os métodos com base em fórmulas matemáticas.

Projeção Aritmética

Descrição:

- Crescimento populacional segundo uma taxa constante.
- Método utilizado para estimativas de menor prazo
- O ajuste da curva pode ser também feito por análise de regressão.

Forma da curva:

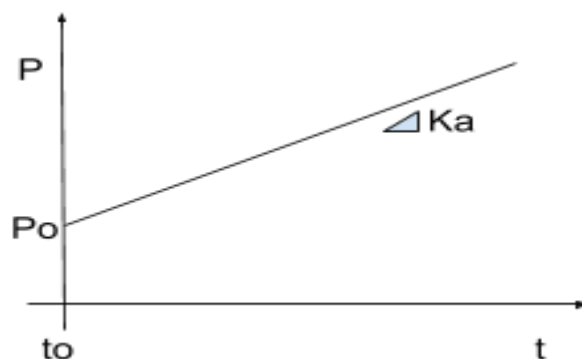


Imagem 34: curva da Projeção Aritmética.

Taxa de crescimento:

$$\frac{dP}{dt} = K_a$$

Fórmula da projeção:

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$$

Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$$

Projeção Geométrica

Descrição:

- Crescimento populacional função da população existente a cada instante;
- Utilizado para estimativas de menor prazo;
- O ajuste da curva pode ser também feito por análise de regressão.

Forma da curva:

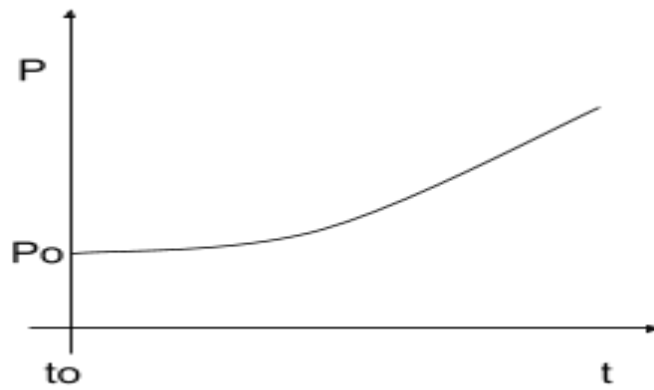


Imagem 35: curva da Projeção Geométrica.

Taxa de crescimento:

$$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$$

Fórmula da projeção:

$$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t-t_0)} \quad \text{ou} \quad P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t-t_0)}$$

Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \quad \text{ou} \quad i = e^{K_g} - 1$$

Taxa decrescente de crescimento

Descrição:

- Premissa de que, na medida em que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor.
- A população tende assintoticamente a um valor de saturação.
- Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear.

Forma da curva:

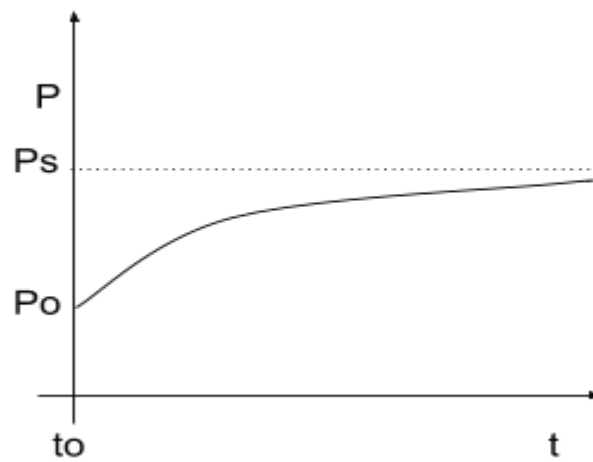


Imagem 36: curva da Taxa Decrescente de Crescimento.

Taxa de crescimento:

$$\frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$$

Fórmula de projeção:

$$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}]$$

Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

$$K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$$

Crescimento Logístico

Descrição:

- O crescimento populacional segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S.
- A população tende assintoticamente a um valor de saturação.
- Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear. Condições :
 $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$.
- O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo $[t_0 - \ln(c)/K_1]$ e com $P_t = P_s/2$.
- Para aplicação das fórmulas, os dados devem ser equidistantes no tempo.

Forma da curva:

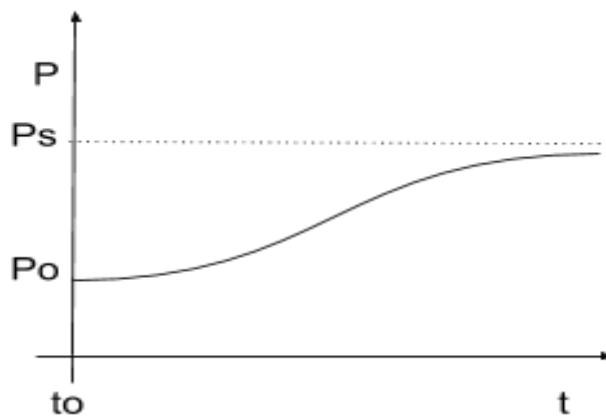


Imagem 37: curva do Crescimento Logístico.

Taxa de crescimento:

$$\frac{dP}{dt} = K_1 \cdot P \cdot \left(\frac{P_s - P}{P_s} \right)$$

Fórmula da Projeção:

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t - t_0)}}$$

Coeficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$P_s = \frac{2.P_0.P_1.P_2 - P_1^2.(P_0 + P_2)}{P_0.P_2 - P_1^2}$$

$$c = (P_s - P_0)/P_0$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0.(P_s - P_1)}{P_1.(P_s - P_0)} \right]$$

4. QUOTA PER CAPTA (QPC)

Nos casos onde não se possui as vazões do efluente atuais e futuras o programa irá fazer uma estimativa das mesmas de acordo com o consumo médio de água por habitante da localidade a ser atendida. Ressalta-se que o cálculo aqui apresentado é aplicado apenas para o tratamento de esgoto domésticos, nos casos do tratamento de efluentes industriais deve ser obtido um equivalente populacional à vazão de esgotos de acordo com as características físicas e químicas do efluente a ser tratado.

De acordo com von Sperling (2011), o consumo de água é influenciado por diversos fatores sendo eles a disponibilidade de água, o clima, o porte e as condições econômicas da comunidade, o grau de industrialização, a existência da medição do consumo residencial, o custo e a pressão da água.

Apresentam-se na tabela 34 as faixas de valores médios de QPC de água consumida, baseados em dados de 45 municípios de Minas Gerais.

Tabela 34 - estimativa QPC considerando renda e precipitação.

Renda	Faixas de valores médios de QPC de água consumida (L/hab.d)	
	Precipitação: baixa	Precipitação: alta

Baixa	120 - 165	130 - 190
Alta	140 - 180	150 - 200

Nota: em cidades de maior porte, o QPC é cerca de 10% superior ao QPC de cidades de menor porte.

As faixas apresentam valores usuais, sendo frequente a ocorrência de valores fora da faixa.

Fonte: von Sperling (2011).

O programa assume como valor mais usual para o QPC de 200 L/hab.d, e considera ainda um coeficiente de retorno de 80% em relação a água consumida devido a perdas.

5. TEMPERATURA DO MÊS MAIS FRIO

Todas as unidades disponíveis neste programa tratam o efluente por meio da ação de microorganismos que tem sua atividade altamente influenciada pela temperatura do ambiente onde se encontram. Dado isto, o dimensionamento leva em conta a temperatura do mês mais frio para garantir um sistema que seja capaz de tratar o efluente até mesmo nas piores condições.

É possível encontrar a temperatura média do mês mais frio para a cidade onde será implantado o tratamento no site do Instituto Nacional de Meteorologia, disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo> >.

Para utilização, basta clicar em “mês+frio”, digitar a cidade ou encontrar por meio do mapa e clicar no marcador no próprio mapa. As informações aparecerão no lado direito da tela.

Ressalta-se que caso este site não esteja online no momento de sua utilização, fica a cargo do projetista encontrar o valor da temperatura para utilização no software TREN.

6. TANQUE SÉPTICO PARA BARES E RESTAURANTES

A fim de realizar uma estimativa mais precisa das vazões e cargas afluentes para bares e restaurantes mistos, ou seja, que trabalham com refeições e bebidas, faz-se necessário um cálculo para estabelecer a relação entre número total de pessoas que frequentam o local e o

número de refeições servidas, estipulando assim qual o percentual de pessoas que realizou refeição e aquelas que apenas consumiram bebidas no local.

Para tal, deve-se levar em conta a capacidade máxima do local (pessoas/d) e o número de dias que o estabelecimento funciona por semana. Deve ainda ser realizado uma apuração da porcentagem da capacidade máxima de lotação que é atingida a cada dia e também a média de refeições servidas por mês.

Segue o exemplo de como deve ser realizado este cálculo: supondo um estabelecimento com capacidade máxima para atender 500 pessoas por dia, funciona de terça a domingo (6 dias na semana), serve cerca de 4.270 refeições por mês e tem a seguinte distribuição:

- Terça a quinta trabalha com 25% da capacidade máxima
- Sexta e sábado trabalha com 100% da capacidade máxima
- Domingo trabalha com 50% da capacidade máxima

O número de frequentadores em um mês (24 dias de funcionamento) é:

$$(0,25 \times 500 \text{ p.} \times 3 \text{ d} + 500 \text{ p.} \times 2 \text{ d} + 0,5 \times 500 \text{ p.} \times 1 \text{ d}) \times 4 \text{ semanas/mês} = 6.500 \text{ pessoas}$$

Considerando então esta ocupação distribuída ao longo do mês (30 dias), tem-se um equivalente diário de:

$$\text{Pessoas/dia} = \frac{6.500 \text{ pessoas}}{20 \text{ dias}} \times \frac{20 \text{ dias de funcionamento}}{30 \text{ dias de operação do tratamento}} = 217 \text{ pessoas}$$

Estima-se então a fração percentual dos frequentadores que consomem refeições e aqueles que consomem apenas bebidas.

Consomem refeições:

$$\frac{4.270 \text{ refeições}}{20 \text{ dias}} \div \frac{6.500 \text{ pessoas}}{20 \text{ dias}} = 0,66 \text{ ou seja, } 143 \text{ pessoas}$$

Consomem apenas bebidas :

$1 - 0,66 = 0,34$, o que equivale a 74 pessoas

Sendo assim, no programa o usuário deve entrar com 4.290 pessoas na opção “restaurante” e 2.210 na opção “bares”.

Vale dizer que há outras formas para estimar o número de frequentadores do estabelecimento, como por exemplo, em estabelecimentos que possuem controle desse número basta realizar a média de frequentadores por dia.

7. ETEs SUSTENTÁVEIS

Uma pesquisa realizada pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) referente ao ano de 2016, indicou que naquele ano mais de 100 milhões de brasileiros ainda não possuía acesso a serviços de coleta de esgotos, tendo que lidar com seus dejetos de forma alternativa, seja em sumidouros ou despejando-os diretamente nos rios. A pesquisa mostrou ainda que apenas cerca de 44,9% de todo o esgoto gerado no país era tratado. E embora os dados relacionados a acesso a água potável também sejam preocupantes, notou-se que historicamente os dados referentes à esgotos eram piores que os referentes a água por conta da falta de prioridade nas políticas públicas, maior custo de investimento e de dificuldade nas obras, entre outros motivos.

Fato é que embora de extrema importância para saúde pública e para o meio ambiente, o poder público, as cidades e até mesmo grandes empresas ainda vêem o tratamento de efluentes apenas como um gasto sem retorno direto, o que desestimula o investimento nesta área. Chega-se a gastar milhões apenas na construção de uma única estação de tratamento e mais alguns milhares de reais por mês para mantê-la operante. Contudo o que não se expõe é que uma ETE pode sim ter retorno financeiro e trazer vantagens diretas aos investidores e a população atendida, se não, pelo menos é possível diminuir os gastos mensais. É sobre esse potencial de retorno que se trata este tópico do material de apoio

7.1. INTRODUÇÃO

Como se sabe, os esgotos domésticos são compostos principalmente por sólidos, matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio e fósforo e mesmo com um tratamento de alta eficiência, bem operado, dificilmente se conseguirá eliminar 100% dessas substâncias presentes no efluente. O que gera um efluente líquido ainda muito rico em matéria orgânica e nutrientes, além disso as etapas do tratamento também geram subprodutos tais como areia, lodo e até mesmo biogás dependendo da sequência de tratamento empregada. Ressalta-se que cada um desses subprodutos normalmente remete a gastos dentro da estação, uma vez que cada um deles deve ser devidamente tratado para eliminar sua patogenicidade, transportado e disposto em um local correto. No caso do lodo e da areia geralmente aterros sanitários, que além de custosos acabam por causar um outro problema ambiental.

Existem atualmente centenas de trabalhos científicos sobre a utilização da areia retirada de ETEs na construção civil, dos lodos e do efluente tratado como condicionantes do solo e do biogás como fonte de energia térmica e/ou elétrica para a própria ETE. Além de diminuir os gastos fixos com disposição e queima de subprodutos, ainda pode gerar retorno financeiro, além de serem alternativas ambientalmente melhores. Infelizmente nem todas as ETEs possuem esse potencial de geração de receita, os tópicos a seguir mostrarão as potencialidades de cada um desses subprodutos além da viabilidade de exploração de cada um deles.

7.2 USO DE AREIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Subproduto do tratamento preliminar, a areia encontrada nos esgotos vem das atividades comuns do dia-a-dia como lavagens de pisos e etc. Junto a areia encontra-se matéria orgânica particulada e alguns outros resíduos como plásticos e fibras sintéticas que também são removido por gravidade no desarenador.

Geralmente essa areia é apenas removida e transportada até o aterro sanitário mais próximo, o que além de gerar custos para a ETE ainda acaba por diminuir a vida útil do aterro. Pensando em solucionar tal problema alguns estudos têm sido realizados avaliando o

potencial de reutilização deste material na construção civil, destaca-se entre esses o estudo citado a seguir.

Borges, et al (2016), verificou a viabilidade da utilização da areia removida como material alternativo a areia comercial comum na ETE Monjolinho de São Carlos-SP. Concluiu-se neste estudo, após os testes de resistência, que é possível utilizar até 70% de areia residual como agregado miúdo em argamassa de cimento e cal e concretos magros (não estruturais). Contudo, devido a necessidade de secagem e desinfecção da areia há necessidade de gastos com implementação de equipamentos para esse fim o que, nesse caso, tornou inviável economicamente o projeto. No entanto o autor ressalta que o projeto pode se tornar viável economicamente dependendo do porte da ETE e da distância da mesma até o aterro sanitário, uma vez que ETEs maiores geram mais areia e necessitam de mais viagens para dispô-la, e que quanto mais longe o aterro sanitário mais custosas são essas viagens. Sendo assim, vale a pena o estudo de cada caso.

Importante dizer que não existe ainda uma norma que regulamenta a utilização deste material para fins construtivos, mas que os estudos avaliados para confecção deste material levaram em conta as exigências das NBR 7211 – Agregados para concreto: especificação, Metodologia Aplicada e Resultados Obtidos (ABNT, 2005), que descreve os requisitos necessários do agregado miúdo para ser utilizado no concreto, com apresentação de limites e análises a serem realizadas nos materiais.

7.3 APLICAÇÃO DE LODO E EFLUENTE TRATADO NA AGRICULTURA

Rico em matéria orgânica e nutrientes o lodo de esgoto é um dos principais subprodutos gerado em uma ETE, a depender da sequência de unidades escolhida. Após removido, este material deve ser desaguado e estabilizado antes de ser disposto no meio ambiente de forma correta, o que acarreta numa série de custos para a estação. Além dele, o produto do tratamento, o efluente final, ainda possui uma concentração considerável de matéria orgânica e nutrientes e acaba por alterar a qualidade do corpo receptor onde for lançado.

Por outro lado, tem-se no Brasil milhões de hectares no cultivo agrícola e a serem recuperados. Em ambos os casos é dispendioso o uso de fertilizantes químicos e condicionadores do solo devido a grande parte do solo brasileira ser um solo já muito lixiviado, pobre em nutrientes e matéria orgânica, por este ser um país tropical, onde seus solos sofrem muito com a ação do clima. Além disso, boa parte desses solos necessita de irrigação a fim de se manter a produção ao longo de todo ano, o que nem sempre é fácil ainda mais com as recentes crises hídricas.

O uso de lodo proveniente de esgotos domésticos como fertilizante e condicionante de solo já vem sendo aplicado em algumas regiões do Brasil. No sul, por exemplo, desde 2009 existe um programa da Sanepar em conjunto com a Emater que distribui gratuitamente o lodo seco e higienizado para os produtores rurais, nas regiões onde ele foi aplicado notou-se aumento de 30 a 40% da produtividade e uma economia de até R\$ 500,00 em fertilizantes químicos e calcário para o produtor (LODO DE ESGOTO É DISTRIBUÍDO A AGRICULTORES DO NORTE DO PARANÁ, Revista DAE, 11/05/2009).

Segundo Sampaio, et. al(2012), em seu estudo sobre os efeitos das aplicações do lodo no solo de áreas degradadas, uma única aplicação de 15 a 20 t ha⁻¹, proporciona a formação de agregados no solo até 12 meses após a aplicação, aumenta a porosidade do solo até 6 meses, e há, ainda, acréscimo na umidade do solo até 6 meses após a aplicação. Existem ainda dezenas de pesquisas relacionadas aplicação deste subproduto em culturas de milho, feijão, trigo e soja, dentre outros grãos.

Tão grande a aplicabilidade do lodo como condicionante do solo, que seu uso já é regulamentado pela CONAMA, através da resolução 375 de 29 de agosto de 2006 que define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

Além da resolução citada há ainda as instruções normativas NBR 10004, NBR 10005, NBR 10006 e NBR 10007 que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos e os testes que devem ser realizados a fim de inferir sobre a periculosidade dos resíduos a serem utilizados como fertilizantes.

Sobre o uso do efluente tratado, segundo Bressan et al. (2012) o emprego desse produto na agricultura tem crescido nos últimos anos devido a escassez de água, alto custo de fertilizantes, uso racional da água bruta e diminuição dos impactos ambientais.

Alguns países como Argentina, Alemanha e Austrália já aplicam amplamente o efluente tratado como fertilizante e tem obtido retorno muito positivo, diminuindo o gasto de água com potencial de consumo direto que era utilizada na irrigação. Infelizmente ainda não há no Brasil uma legislação que estabeleça a quem cabe o controle da qualidade da água de reúso.

7.4 BIOGÁS

As informações presentes neste tópico foram retiradas do material intitulado “FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA” que faz parte do programa ProBio 1.0 para estimativa da produção de biogás em reatores UASB tratando esgotos domésticos. O programa foi desenvolvido por meio de uma parceria técnica e científica entre a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Ele se encontra disponível gratuitamente no endereço <http://etes-sustentaveis.org/?page_id=14>.

Um dos subprodutos mais importantes gerado na ETE é o biogás. Formado por uma mistura de gases gerados durante a digestão anaeróbia da matéria orgânica, sua composição é variável, dependendo do tipo e concentração da matéria orgânica a ser digerida, das condições físico-químicas no interior do digestor e da presença de outros ânions, como sulfato e nitrato. O biogás de reatores UASB é geralmente constituído por metano em alto teor (70 a 80% v/v) e em menor concentração por gás carbônico.

Seu potencial energético está relacionado com a quantidade de metano presente em sua composição que determina seu poder calorífico sendo que o biogás com 60% v/v de metano possui um valor calorífico de 21,5 MJ.m⁻³.

A recuperação do biogás gerado a partir da digestão anaeróbia pode oferecer importantes benefícios ambientais, econômicos, energéticos e sociais. Do ponto de vista dos benefícios econômicos e energéticos, destaca-se o fato de que o metano produzido em aterros sanitários e estações de tratamento de efluentes industriais e esgotos doméstico é um recurso energético local e renovável, gerado continuamente e podendo se constituir em uma fonte de combustível para diversas aplicações.

Em 2005, 4,7 milhões Mtoe de biogás foram produzidos nos países da União Europeia. No mesmo ano, a produção europeia de eletricidade a partir do biogás foi de 14,6

TWh. O Reino Unido continua a ser o principal produtor europeu de biogás e a Alemanha o principal produtor de eletricidade.

O conteúdo energético do biogás, com poder calorífico entre 21,5 e 25,1 MJ/Nm³ (considerando concentrações de metano entre 60 e 70% v/v), pode ser recuperado para diferentes aplicações, tais como: (i) uso direto como combustível em caldeiras, fornos e estufas em substituição aos outros tipos de combustíveis; (ii) geração de eletricidade para uso local ou venda para a rede da concessionária de energia; (iii) cogeração de eletricidade e calor e (iv) combustível alternativo visando à injeção na linha de gás natural ou o aproveitamento como combustível veicular.

Embora o uso do biogás em alguns países seja uma prática comum, alguns desafios ainda devem ser superados como o alto custo dos equipamentos, dependência das condições locais, viabilidade econômica, capacidade de armazenamento, etc. Contudo como já foi dito, a geração de energia a partir desta fonte pode sim ser viável e já é amplamente aplicada em outras localidades valendo a pena o estudo caso a caso, uma vez que pode significar grande economia e até mesmo geração de lucro nos casos onde houver energia excedente, que poderá ser vendida para a companhia de energia responsável pelo fornecimento da região.

Este programa fornece apenas uma estimativa da geração de biogás e aconselha-se que caso haja interesse real na produção de energia através desta fonte, o usuário busque o programa já citado que fornece estimativas mais precisas não apenas da produção de gás, mas também sobre o potencial energético do mesmo, levando em conta diferentes cenários.

8. REFERÊNCIAS DO MATERIAL DE APOIO

- Borges, Nayara Batista; Campos, José Roberto; Pablos, Javier Mazariegos; Ferreira, Gilcimar Trento, Potencialidade da utilização da areia removida em desarenadores de estação de tratamento de esgoto na construção civil, como material alternativo à areia comercial comum. **Revista DAE**, edição nº 203, 2016. Disponível em <<http://revistadae.com.br/site/artigos/203>> Acesso em 22 Jun. 2019.
- Campos, Allan & Szekut, F.D. & Klein, M.R. & Ribeiro, M.D.. (2015). APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO APLICADO NA AGRICULTURA. 2581-2590. 10.12702/iii.inovagri.2015-a278.

- Duarte, Priscila Aparecida, et al. **Aproveitamento da areia extraída de Estações de Tratamento de Esgoto.** In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 6., 2018, Bento Gonçalves, RS, 8 p.
- SAMPAIO, Thalita Fernanda et al. **Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2012, vol.36, n.5, pp.1637-1645. ISSN 1806-9657. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000500028>.
- Prado, A.K. & Cunha, M.E.T.. (2011). Efeito da aplicação de lodo de esgoto e curtume nas características físico-químicas do solo e na absorção de nitrogênio por feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *UNOPAR Cient.* 10. 37-41.