

O USO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS EM UMA EMPRESA DE COMUNICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MANAUS

Cássia OliveiraValença¹, Eidi Nishiwaki¹

¹Fundação Centro de Análise e Inovação Tecnológica – Centro de Ensino Superior (FUCAPI)

cassia_valenca@hotmail.com, eidi.nishiwaki@fucapi.br

Abstract. *Photovoltaic solar energy is a constantly advancing technology in the field of wastewater treatment. This paper presents the principle of using this energy in the application of the operation of an effluent treatment station in a communication company in the city of Manaus. Obtaining a broader view of the use of sunlight for the production of electricity through photovoltaic panels demonstrating that the use of the solar system is not only possible, but has good performances and less environmental impact.*

Keyword: *Photovoltaic Solar Energy, Effluent Treatment Station, Environmental Impact.*

Resumo. *A energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma tecnologia em constante avanço no ramo de tratamento de efluentes. O presente trabalho apresenta o princípio de utilização desta energia na aplicação do funcionamento de uma estação de tratamento efluentes em uma empresa de comunicação na cidade de Manaus. Obtendo-se uma visão ampliada da utilização da luz solar para a produção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos demonstrando que a utilização do sistema solar não só é possível, como apresenta bons desempenhos e menor impacto ambiental.*

Palavra-chave: *Energia Solar Fotovoltaica, Estação Tratamento Efluentes, Impacto Ambiental.*

1. Introdução

As unidades de tratamento de efluentes operam com alguns fatores, por exemplo: os custos de investimentos; a qualidade e a quantidade de resíduo gerado; a qualidade do efluente tratado; a geração de odor; a segurança operacional; a confiabilidade para o atendimento à legislação ambiental, e também a possibilidade de reuso dos efluentes tratados (GIORDANO, 1999). As Estações de Tratamentos de Efluentes (ETE's) devem atender às necessidades de proteção ambiental e o maior custo do tratamento é a energia elétrica.

Segundo ANEEL (2002), a produção de energia é uma ação que gera impacto ao ambiente, contudo a utilização de energia elétrica é uma questão indispensável ao crescimento econômico de um país. Nos últimos anos pode se observar uma situação

em que os recursos naturais para geração de energia elétrica ou se tornaram escassos ou os efeitos de sua utilização passaram a ser questionados pelo seu impacto negativo nas condições ambientais.

Entre as novas alternativas para uma produção de energia de maneira sustentável e limpa destaca-se a geração de energia fotovoltaica (FV), uma fonte de conversão direta da energia solar em energia elétrica de maneira não poluente, silenciosa, eficiente e não prejudicial ao meio ambiente (RÜTHER, 2004).

Como forma de diminuir o consumo das diferentes fontes de energia, os investimentos e a implantação dos sistemas de energia solar ecologicamente correto está englobando o desenvolvimento tecnológico e a produção de energia solar fotovoltaica para autoconsumo em estações de tratamentos. (SABESP, 2019).

2. Objetivo Geral

O presente artigo tem a finalidade de quantificar a quantidade de energia fotovoltaica necessária para o funcionamento de uma estação de tratamento de efluentes mantendo a eficiência da ETE.

3. Justificativa

A preservação ambiental tem tornado-se uma das pautas relevantes e prioritárias entre 2000 e 2018, de tal maneira que há maior intensificação na busca e implementação de projetos sustentáveis. Em busca de menor custo energético e de uma fonte sustentável, a energia FV apresenta-se como alternativa para região ensolarada onde está instalado a estação de tratamento.

Embora a energia FV seja utilizada em residências para sistema de aquecimento ou consumo de menor parte, não foram encontrados na literatura (entre 2000 e 2019) sobre a sua aplicação na estação de tratamento de efluentes.

4. Revisão da Literatura

4.1. Energia Solar

A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios, tanto no setor elétrico como ambiental e socioeconômico. Do ponto de vista elétrico, contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água. Com relação a benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos. ABSOLAR (2016).

Pinho e Galdino (2014) ressaltam que, a radiação solar, além de inesgotável, detém enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outros tipos de energia, como por exemplo energia solar fototérmica, arquitetura bioclimática, energia solar fotovoltaica.

O Brasil, por sua grande diversidade de recursos e por sua respeitável extensão territorial, apresenta diversas oportunidades na diversificação de sua matriz energética. Tal fato é afirmado pela Resolução Normativa N° 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012, a

qual regulamenta a geração de energia através de placas solares fotovoltaicas (ANEEL, 2012). A grande incidência de radiação solar atuante no território brasileiro, é o motivo pelo qual a tecnologia avança e os incentivos aumentam.

4.2. Sistemas Fotovoltaicos

Um sistema de conversão de energia solar fotovoltaico é capaz de gerar energia elétrica através da radiação solar por meio de conversão de energia proveniente dos campos eletromagnéticos emitidos do sol, sendo essa energia armazenada nos fótons (YOUNG and FREEDMAN, 2009).

Tal efeito foi relatado pelo físico francês Edmond Becquerel, em 1839, como sendo o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz, ou seja, no momento da interação da radiação solar com o material semicondutor, ocorre a liberação e movimentação de elétrons por este material, gerando assim essa diferença de potencial (CRESESB,2004).

O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica foi impulsionada inicialmente por empresas do setor de telecomunicações, que buscavam fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas, já que a célula fotovoltaica é o meio mais adequado para fornecer a quantidade de energia necessária para a permanência no espaço por longos períodos de tempo, por possuir menor custo e peso (CRESESB, 2004).

Existem três tecnologias aplicadas para a produção de células FV, classificadas em três gerações de acordo com seu material e suas características:

A primeira geração é composta por silício cristalino (c-Si), que se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), representando 85% do mercado, por ser uma tecnologia de melhor eficiência, consolidação e confiança (CEPEL & CRESESB, 2014).

A segunda geração, também chamada de filmes finos, é dividida em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe).

A terceira geração é definida pelo IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos como: Células que permitem uma utilização mais eficiente da luz solar que as células baseadas em um único band-gap eletrônico (IEEE, 2014).

4.3. Estação de Tratamento de Efluentes

As Estações de Tratamento de Efluentes recebem os efluentes poluídos e os submetem a uma série de processos físicos, químicos e biológicos que tem por finalidade eliminar a poluição contida na água, possibilitando assim o seu retorno ao meio ambiente com características sanitárias mais adequadas. (Bento et al, 2005)

Independentemente de tratar esgotos domésticos ou indústrias, podemos definir uma ETE como: uma unidade ou estrutura projetada com o objetivo de tratar esgotos, no qual o homem, através dos processos, simula ou intensifica as condições de autodepuração que ocorrem na natureza, mas dentro de uma área delimitada, onde supervisiona e exerce algum controle sobre os processos de depuração, antes de devolver o efluente tratado ao meio ambiente (LA ROVERE et al., 2002).

Considerando a união do nível de tratamento do efluente com a sua eficiência para determinação do padrão de qualidade de um sistema, os níveis deste sistema no tratamento de esgotos domésticos são divididos em:

- preliminar que consiste em um processo físico de remoção dos sólidos grosseiros e da areia, através de grades de barras e/ou peneiras;
- primário é empregado para a remoção dos sólidos suspensos e material;
- secundário engloba processos biológicos de tratamento de efluente, tanto de natureza aeróbia quanto os anaeróbios tendo como objetivo remover a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação desta em sólidos sedimentáveis ou gases.
- terciário processo destinado a melhorar a qualidade de efluentes provenientes dos tratamentos primários e/ou secundários. (BAIRD, 2002; VON SPERLING, 1995).

A caracterização, é realizada através da análise de sólidos totais, temperatura, Cor, Odor, Turbidez, DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), pH (Potencial Hidrogeniônico), OD (Oxigênio Dissolvido), entre outros de indicadores qualidade (MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

4.4. Utilização de Energia Elétrica para o Funcionamento de uma ETE

A principal função de uma Estação de Tratamento é reduzir a poluição do esgoto bruto a níveis aceitáveis, de acordo com as normas, antes de enviar os efluentes aos corpos hídricos como mares ou rios. Este tratamento pode ser realizado por ETE automáticas ou semiautomáticas que utilizam diversos componentes para tal finalidade como motores, sensores, além de blocos lógicos, temporizadores e contadores, dessa forma fazendo uso da energia elétrica. (RODRIGO TENORIO,2017).

Alguns exemplos de processos em uma ETE que ocorre o uso de energia elétrica:

- Sensoriamento ou sinalização: é responsável por indicar os componentes da estação que estão acionados ou não, através de lâmpadas indicadoras de cores verdes ou vermelhas;
- Acionamento Motor: gerencia o funcionamento dos motores presentes na estação, como aqueles responsáveis por bombas elevatórias, decantadores, tanques de aeração e adensadores;
- Atuação de Válvulas: controla o funcionamento das válvulas presentes na estação de tratamento, através de comandos que permitem a abertura ou fechamento das mesmas, seguindo as orientações do sistema e de acordo com os valores encontrados pelos sensores dispostos ao longo das instalações;
- Iluminação: iluminar os ambientes interiores através de um sensor de presença e iluminar o ambiente externo com a falta de luz natural;
- Alarme: seu objetivo é alertar para a entrada de invasores nas dependências da estação e alertar para problemas ocorridos durante algum processo monitorado;

- Supervisório: monitora as condições dos diversos componentes da estação, proporcionando ao operador todas as informações para uma eventual tomada de decisão.

O fato do uso de energia elétrica no funcionamento de uma ETE acaba gerando impacto ao meio ambiente.

4.5. Utilização de Energia Solar no Funcionamento de uma ETE e o Meio Ambiente

Segundo Goldenberg (2012), os benefícios ambientais das fontes de energias renováveis vão além de reduzir a dependência dos derivados de petróleo e outras fontes convencionais. Além de emitirem menos gases de efeito estufa e poluentes convencionais, auxiliam na redução da possibilidade de falhas no suprimento de energia elétrica, bem como na geração de emprego e renda a nível local.

Quando se compara a utilização de energia solar no tratamento de efluentes em relação a outras fontes de energia se refere aos benefícios ambientais. O uso de placas fotovoltaicas no processo resulta em uma energia limpa, sem poluentes, ao contrário do que ocorre com as lâmpadas de mercúrio, além de serem nocivas à saúde de trabalhadores, elas poluem rios e solos. Outro agravante se refere ao processo de descontaminação que é caro e demorado. Além de maior eficiência no tratamento de efluentes, a utilização de energia solar nesse setor resulta em redução dos custos operacionais. Quanto maior for a demanda de energia requerida para a descontaminação, menor duração terá a fonte artificial, o que incidirá em aumento do uso dessa fonte. Tratamento de Água (2017).

Segundo ANNEL (2007), a adoção de energia solar em processos de descontaminação também contribui para a redução da probabilidade de multas e penalidades em função de prejuízos ao meio ambiente causados pelo uso de energias não limpas.

5. Metodologia Aplicada

O local do estudo foi uma empresa de comunicação que aderiu atualmente ao sistema de energia solar através de placas fotovoltaicas, e a mesma possui em sua dependência uma ETE.

Para definição dos parâmetros de ambos sistemas foi estabelecido a potência dos painéis utilizados, o tipo de material empregado nos painéis, a energia gerada, a potência total do sistema, a quantidade de painéis fotovoltaicos, a área de instalação do sistema. Foi realizado também um levantamento sobre a estação de tratamento de efluentes, analisando a sua capacidade, a quantidade de energia utilizada para o seu funcionamento, entre outros, para constatar se realmente o projeto proposto pode ser viável.

5.1. Configuração do Sistema Fotovoltaico

O sistema Projeto Solar Fotovoltaico foi montado na cidade de Manaus, apresentando uma latitude de -3,097154 Sul, longitude de -59,993192 Oeste e uma altitude de 82m. O Albedo apresentado por um concreto envelhecido chegou a uma frequência de 16% nos estudos realizados pela empresa fornecedora das placas.

Os módulos foram montados em suportes de aço galvanizado, com um ângulo de 10°, onde todos tem a mesma exposição. Os sistemas de fixação da estrutura são resistentes a rajadas de vento, com velocidade de até 120 km/h. O sistema foi instalado em Março de 2019.

O sistema de produção de eletricidade através da conversão fotovoltaica, tem uma potência de pico igual a 21,12 kWp. A potência nominal total é de 20.000 W para uma produção de 29261,18 kWh por ano, distribuídos em uma área de 124,31 m².

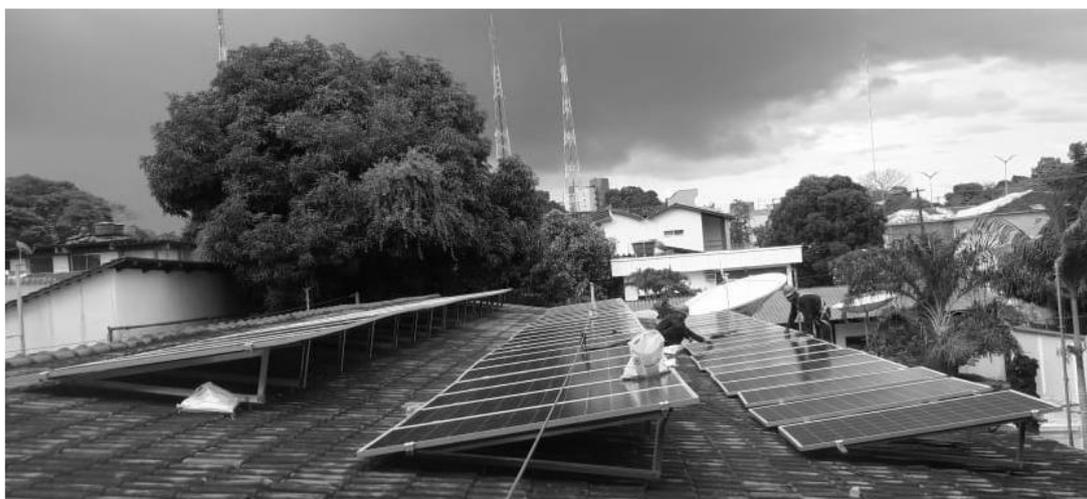


Figura 1. Processo de Instalação das Placas Fotovoltaicas

O sistema é composto de 64 módulos fotovoltaicos dispostos em 02 (dois) arranjos, sendo cada arranjo composto por 2 paralelos com 16 módulos conectados em série, de acordo com o esquema elétrico. O mesmo possui vida útil estimada de 25 anos de degradação da produção devido ao envelhecimento de 0,7 % ao ano.

Os valores de tensão variam conforme a temperatura de funcionamento (mínima, máxima e de regime) e estão dentro dos valores aceitáveis de funcionamento do inversor. Cada série de módulos é equipado com um diodo de bloqueio para isolar cada conjunto de módulos das outras, nos casos de sombreamento acidentais, falhas, etc. A linha elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos é posta a terra mediante descarregadores de sobretensão com indicação ótica de fora de serviço.

O sistema reduz a emissão de poluentes na atmosfera de acordo com o fabricante em 20.5085kg de Dióxido de enxofre(SO₂), 25.8176 kg de Óxidos de Nitrogênio (NO_x), 15.2576 t de Dióxido de Carbono (CO₂) e 0,91235 kg de poeira.

5.2. Estação de Tratamento do Empreendimento

A empresa possui uma população atual de 124 funcionários, na qual atende todos os departamentos, e a população futuramente atendida, o cálculo foi feito com base no ano de 2018.

O sistema utilizado é composto por Caixa elevatória, Filtro biológico anaeróbio, Tratamento químico por partilhas de cloro, Filtro biológico aeróbio por zona de raízes, que asseguram a eficiência satisfatória na remoção da carga poluidora com operação muito simples, eventual e de baixo custo, e atende toda a população usuária.



Figura 2. Estação de Tratamento de Efluentes

O volume teórico do afluente é de $4,8 \text{ m}^3/\text{dia}$, a vazão máxima é de $6,91 \text{ m}^3/\text{dia}$ e a vazão média é de $3,84 \text{ m}^3/\text{dia}$. Considerando o funcionamento de 24 horas da ETE. Os despejos sanitários oriundos da edificação chegam à caixa de entrada da (fossa séptica existente em leito de concreto armado).

Possui 1 (um) sistema de bombeamento instalado, mediante 1 (uma) bomba submersível, modelo Schneider BCS-220, trifásica de 0,5 CV, comandada por chave contatora e disjuntor do modelo Siemens, instalados em quadro a prova d'água. O sistema também possui uma bóia sensor de mercúrio, chaves contatora e disjuntor tripolar modelo Siemens alojados em quadro metálico. O sistema de bombeamento realiza 22,64 ciclos/dia.

6. Resultado

Segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL): Para calcular o consumo médio de energia (kWh) de um equipamento de acordo com o seu hábito de uso, utilizamos o seguinte cálculo:

$$\frac{\text{Potência do equipamento (W)} \times \text{N}^\circ \text{ de horas utilizadas} \times \text{N}^\circ \text{ de dias de uso ao mês}}{1000} \\ \frac{372,85 \text{ w} \times 24\text{h} \times 30 \text{ dia/mês}}{1000} = 268,45 \text{ kWh/mês}$$

Segundo os dados obtidos a potência da bomba utilizada na ETE é 0,5 CV (cavalo-vapor), que transformando em Watts (W) obteve-se 372,85 W e aplicado na fórmula a estação de tratamento estudada tem o consumo médio mensal de eletricidade em torno de 268,45 kWh/mês. Analisando os equipamentos utilizados no seu funcionamento, a ETE chega a utilizar em torno de 270 kWh/mês.

A energia gerada pelo sistema fotovoltaico em unidades de kWh/mês foi de média 2.438,43 entre os meses Abril e Junho.

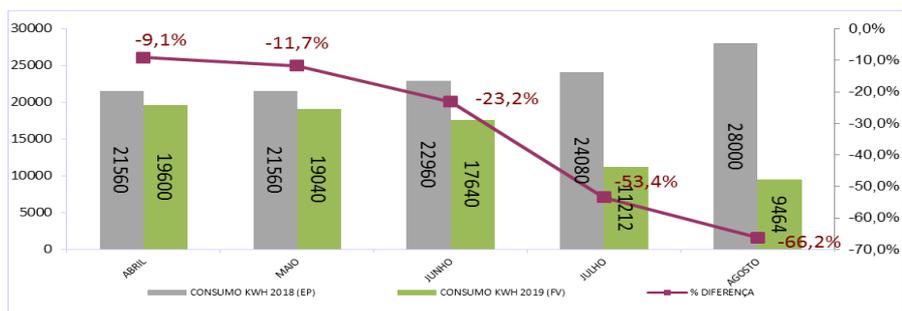


Gráfico 1. Consumo em KWh Antes e Após a Implantação do Sistema FV.

Deve-se considerar algumas variáveis como a reflexão da luz solar, causada pelas nuvens mais densas. A produção de energia é maior em um dia com céu aberto do que em um dia com algumas nuvens, pois elas refletem parte da radiação que incidiria nos painéis (Paterniani 2005).

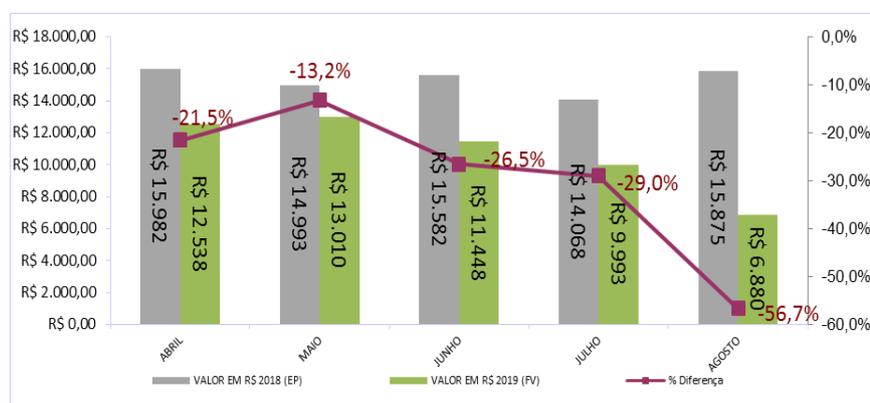


Gráfico 2. Despesa Mensal com Energia, ano base 2018/2019.

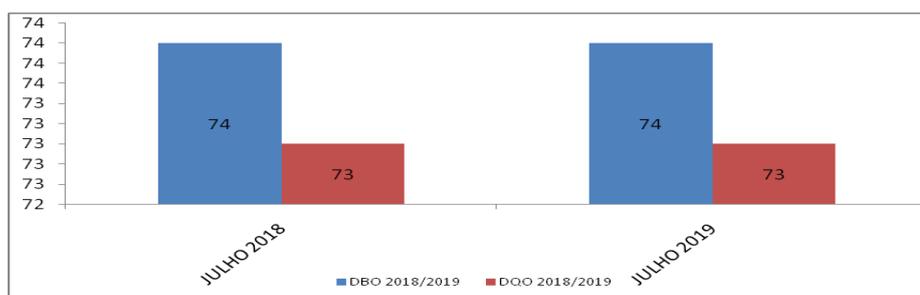


Gráfico 3. Avaliação da Eficiência de DBO e DQO Antes e Após o Sistema FV.

6. Conclusão

O estudo demonstra que é possível e viável a aplicação do sistema fotovoltaico como solução energética e para manter o funcionamento eficiente da estação de tratamento.

Constatou-se que os 64 módulos fotovoltaicos dispostos em 02 (dois) arranjos, sendo cada arranjo composto por 2 paralelos com 16 módulos conectados em série é suficiente para atender a necessidade de funcionamento da estação (270W). As consequências são os ganhos ambientais e economia de energia.

Referências Bibliográficas

- ABSOLAR – Energia Solar Fotovoltaica - Disponível em:<https://www.absolar.com.br/>> Acesso em 24 de setembro de 2019.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília, 2002.
- BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BENTO, Augusto Prado et al. Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo. v. 10, n. 4, p. 329-338, Julho 2005.
- CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica; CRESESB – Centro de referência para Energia Solar e Eólica; SÉRGIO BRITO. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, RJ: Especial 2014.
- CRESESB, Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, Edição Revisada e Atualizada, Rio de Janeiro – RJ, 2004.
- GIORDANO, G. Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 1999.
- IEEE – Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. 2014.
- LA ROVERE, E. L. Coord.); D'AVIGNON, A.; PIERRE, C.V.; KLINGERMAN, D.C.; SILVA, H.V.O.; BARATA, M.M.L.; MALHEIROS, T.M.M. Manual de Auditoria ambiental de Estações de Tratamento de esgotos. Rio de Janeiro, 2002.
- PATERNAINI J, SILVA M. Desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando energia solar (SODIS): avaliação do uso do dispositivo para concentração dos raios solares. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2017
- PINHO, J.; GALDINO, M. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.
- Rodrigo Tenorio Melhoria da Automação dos Processos de uma Estação de Tratamento de Esgotos/ Rodrigo Tenorio Fritz. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2017
- RÜTHER, R. Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. 1. ed. Florianópolis. LABSOLAR, 2004.
- SABESP – Energia Solar Fotovoltaica - Disponível em:<https://www.sabesp.com.br/>> Acesso em 24 de Setembro de 2019.
- YOUNG H, D.; FREEDMAN R. A. - FÍSICA III, SEARS e ZEMANSKY: Eletromagnetismo – 12ª ed. Pearson, 2009.