

## **Diagnóstico dos gases, resíduos sólidos e rejeitos das operações unitárias de duas estações de tratamento de efluentes**

### **Diagnosis of gases, solid residues and waste from unit operations of two wastewater treatment plants**

DOI:10.34117/bjdv8n4-094

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

#### **Mário Marcos Moreira da Conceição**

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Itamarati, N° 390 – bairro, São José, Castanhal – PA, Brasil

E-mail: mariomarcosmc.7@gmail.com

#### **Larissa Lopes Barroso**

Graduanda em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Avenida Visconde de Mauá N° 15, JK, Paragominas-Pará

E-mail: larissabarros.amb18@gmail.com

#### **Higor Ribeiro Borges**

Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. Castelo Branco N 22, Belém - PA

E-mail: hgoriibeiro@gmail.com

#### **Caio César Abreu Carneiro**

Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Vila Irmã Consolato, Almirante Barroso, N° 88 – Marco, Belém – PA  
Brasil

E-mail: caio-cesar91@hotmail.com

#### **Josiane Coutinho Mathews**

Engenheira sanitaria e ambiental, especialista em análise ambiental.

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: rodovia Mário covas, 180. Coqueiro, Belém - PA

E-mail: josianecoutinho93@gmail.com

#### **Joyce Corrêa Almeida e Almeida**

Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Res. Jader Barbalho, Rua Magalhães Barata, Bl.80, N° 101, Ananindeua- PA,  
Brasil

E-mail: almeidajoy@gmail.com

**Washington Aleksander Savaris dos Santos**

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Trav. Magalhães Barata, residencial Xavante III; bloco C3, N° 105  
Mangueirão, Belém – PA, Brasil  
E-mail: aleksandersantos05@gmail.com

**John Enzo Vera Cruz da Silva**

Graduado em Agronomia pelo Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Pará  
Instituição: Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Pará  
Endereço: Rua Americano, N° 78 – bairro, Nova Olinda, Castanhal – PA, Brasil  
E-mail: jhonsilvairituia@gmail.com

**Ricardo Sousa Costa**

Graduando em ciências naturais – Biologia, pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Travessa Castanhal, N° 432, Bairro Angelim, Paragominas, PA, Brasil  
E-mail: ricardosousac9@gmail.com

**Arinos Benedito Fernandes Menezes**

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Tv. We 10, N° 1465, Conjunto Satélite – bairro Coqueiro, Belém – PA Brasil  
E-mail: arinnos@yahoo.com.br

**Nathalia Ingrid Gomes Machado**

Graduanda em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Rua Itamarati, N° 387 – bairro, São José, Castanhal – PA, Brasil  
E-mail: nnthaliaingrid@gmail.com

**José Alvino Pereira de Lima Júnior**

Engenheiro Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Rua Raimundo Pádua, N° 1084 – Saudade II Belém – PA, Brasil  
E-mail: j.alvinojr@gmail.com

**Marcio Soares Ferreira**

Pós graduação em linguagem cultura e educação  
Instituição: IFPA - Tucuruí  
Endereço: Rua Cristo rei, 04, Liberdade, Breu Branco – PA  
E-mail: jhonmendonca41@gmail.com

**Annanda Gabriely Moura de Souza**

Graduanda em Ciências Naturais com habilitação em Biologia  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Rua Guimarães Rosa, Promissão, número 246  
E-mail: annanda.annandasouza@gmail.com

**Fagner Lopes Guedes**

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará  
Instituição: Universidade do Estado do Pará  
Endereço: Rua Jader Moraes N° 26, Promissão 3, Paragominas-Pará  
E-mail: physicguedes@gmail.com

**Walmeci Ferreira de Freitas Junior**

Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia  
Instituição: UNAMA -Universidade da Amazônia  
Endereço: Travessa Enéas Pinheiro n1039, Pedreira, Belém -PA  
E-mail: walmecijunior@gmail.com

**RESUMO**

O esgotamento sanitário é um processo essencial à manutenção da saúde pública da população de um município. Nesse sentido, a falta de tratamento do esgoto resulta em problemas como o surgimento de doenças endêmicas e contaminação de recursos naturais. O objetivo desta pesquisa foi verificar e analisar a destinação e disposição final dos resíduos, gases e rejeitos oriundos do tratamento de efluentes das estações de tratamento de esgoto - ETE do município de Paragominas-PA. O método aplicado foi o dedutivo, pois, com tal processo de raciocínio é possível, partindo de uma ou mais premissas a obtenção de uma conclusão imprescindível e evidente. Esta é uma pesquisa de caráter exploratório, com aplicação de formulário semiestruturado para obtenção de respostas esclarecedoras sobre a quantidade, tipo e disposição/destinação final de resíduos gerados e retirados das estações de tratamento de esgoto em funcionamento no município de Paragominas-PA. A análise dos dados obtidos indicou a presença em maiores proporções de efluentes, lodos e resíduos sólidos. Os resíduos sólidos juntamente com o lodo são dispostos no aterro controlado municipal, os gases passam por filtros e são dispostos na atmosfera, já os efluentes são lançados em um corpo hídrico receptor, após condições adequadas. Entretanto não se tem dados quantitativos precisos e com proposições para mitigação dos impactos a partir do quantitativo de gases, efluentes e resíduos sólidos gerados.

**Palavras-chave:** saúde pública, efluentes, resíduos.

**ABSTRACT**

Sanitary sewage is an essential process to maintain the public health of the population of a municipality. In this sense, the lack of sewage treatment results in problems such as the emergence of endemic diseases and contamination of natural resources. The objective of this research was to verify and analyze the destination and final disposal of waste, gases and rejects from the treatment of effluents from the sewage treatment plants - STP in the city of Paragominas-PA. The method applied was deductive, since, with this reasoning process it is possible, starting from one or more premises, to obtain an essential and evident conclusion. This is a research of exploratory character, with the application of a semi-structured form to obtain enlightening answers about the quantity, type and disposal/final destination of residues generated and taken from the sewage treatment plants in operation in the city of Paragominas-PA. The analysis of the data obtained indicated the presence in higher proportions of effluents, sludge and solid waste. The solid waste along with the sludge are disposed of in the municipal controlled landfill, the gases go through filters and are disposed of in the atmosphere, while the effluents are released into a receiving water body, after appropriate conditions. However, there is no precise

quantitative data with proposals for mitigating the impacts from the quantity of gases, effluents and solid waste generated.

**Keywords:** public health, effluents, waste.

## 1 INTRODUÇÃO

O esgotamento sanitário é um processo essencial à manutenção da saúde pública da população de um município, baseia-se no sistema de recebimento, transporte e tratamento dos efluentes gerados, seguido de sua posterior disposição, geralmente em corpos hídricos após devido tratamento e enquadramento em legislação vigente.

A implantação de rede de coleta, interceptação e estação de tratamento de esgotos sanitários visa conduzir as águas oriundas de uso doméstico a um tratamento para remoção dos principais poluentes. O sistema de tratamento tem por finalidade assegurar a qualidade das águas e, conseqüentemente, atender aos padrões legais de lançamento e do corpo receptor. No nível Federal, esses padrões são estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n.430 (BRASIL, 2011).

Os processos de tratamento são classificados em físicos, químicos e biológicos, conforme a natureza dos poluentes a serem removidos e/ou das operações unitárias utilizadas para o tratamento. Os Processos físicos são responsáveis pela remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes através de separações físicas, tais como gradeamento, peneiramento, caixas separadoras de óleos e gorduras, sedimentação e flotação. Os processos físicos também removem a matéria orgânica e inorgânica em suspensão coloidal e reduzem ou eliminam a presença de microrganismos por meio de processos de filtração em areia (ARAÚJO et al., 2016).

Os Processos químicos utilizam produtos químicos em seu processo, tais como: agentes de coagulação, floculação, neutralização de potencial Hidrogeniônico - pH, oxidação, redução e desinfecção em diferentes etapas dos sistemas de tratamento. Conseguem remover os poluentes por meio de reações químicas, além de condicionar a mistura de efluentes que será tratada nos processos subsequentes. Seus principais processos são: Clarificação química (remove matéria orgânica coloidal, incluindo coliformes); Cloração para desinfecção. Estas variáveis são determinantes para verificar a qualidade das águas para usos múltiplos (JERÔNIMO; SOUZA, 2013).

Os processos biológicos tratam os esgotos e efluentes e tem o objetivo de remover a matéria orgânica dissolvida e em suspensão ao transformá-la em sólidos

sedimentáveis (flocos biológicos) e gases. Basicamente, o tratamento biológico reproduz os fenômenos que ocorrem na natureza, mas em menor tempo. Para que as Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs possam manter a eficiência, é preciso além de um projeto adequado ao município da adoção de alguns critérios técnicos na implantação e uma operação que garanta o seu funcionamento dentro das condições licenciadas (SILVEIRA; ARAÚJO, 2014).

Nas fases de tratamento do efluente, verifica-se a geração e a retirada de resíduos e rejeitos, além de gases, que representam uma problemática aos gestores das unidades de tratamento. Por isso, dependendo das condições políticas e administrativas municipais, além da gestão das ETE's, os resíduos, rejeitos e gases, não recebem destinação e disposição adequada, em conformidade com o estabelecido em conteúdo legislativo. Entretanto, a conservação quali-quantitativa dos cursos d'água é importante para a manutenção da continuidade dos serviços ambientais fornecidos (OLIVEIRA; RODRIGUES; ALVES, 2011).

Os sistemas de esgotamento sanitário existentes no município de Paragominas-PA são operados pela Agência de Saneamento - Sanepar. Atualmente, o município possui duas ETE's compactas que realizam o tratamento dos efluentes domésticos provenientes dos condomínios residenciais beneficiados pelo programa do governo federal "Minha Casa, Minha Vida", além disso, a agência é responsável pela realização de projetos envolvendo a construção de novas estações.

Segundo as estatísticas realizadas pelo Instituto Trata Brasil e os dados gerados pelo Sistema Nacional de Informações (SNIS), sobre saneamento básico, em 2018, apenas 53% da população brasileira tem acesso à coleta de esgoto, o que demonstra que quase 100 milhões de brasileiros não são atendidos por esse serviço. No que diz respeito ao tratamento de esgotos, no país, apenas 46% deles recebem tratamento e apenas 21 municípios realizam o tratamento de mais de 80% dos esgotos.

As regiões Norte e Nordeste bem como as periferias das grandes cidades são as áreas com maiores índices de problemas relacionados à falta de saneamento. Nesse contexto, de acordo com as informações as estatísticas feitas pelo Instituto Trata Brasil, no Norte, apenas 10,49% da população tem acesso a coleta de esgotos, enquanto somente 21,70% possui acesso ao serviço de tratamento de esgoto.

Nesse sentido, a falta de tratamento do esgoto resulta em problemas como o surgimento de doenças endêmicas, contaminação de recursos naturais, além de atingir outros setores da esfera municipal, através de consequências como o aumento de recurso

gasto para a saúde pública, visando o tratamento de enfermidades ocasionadas pela falta de saneamento nas regiões, a partir disso, o objetivo desta pesquisa foi verificar e analisar a destinação e disposição final dos resíduos, gases e rejeitos oriundos do tratamento de efluentes das estações de tratamento de esgoto - ETE do município de Paragominas-PA.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

As estações de tratamento ficam localizadas nos conjuntos habitacionais Morada do Sol e Morada dos Ventos, no município de Paragominas-PA (Figura 1). As mesmas foram inauguradas no ano de 2013, mesmo ano em que a Prefeitura concluiu o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, caracterizado como um instrumento de planejamento criado pela Lei Federal n.11.445:2007.

Figura 1 - Mapa de localização das estações de tratamento de esgoto na morada do sol e morada dos ventos.



Fonte: autores (2021).

O sistema de esgotamento sanitário Morada dos Ventos localiza-se no bairro Morada dos Ventos, composto por prédios no formato de sobrados populares também construídos por meio do programa: Minha Casa, Minha Vida.

A Estação de Tratamento Morada do Sol localiza-se no bairro Morada do Sol, predominantemente residencial, constituído de casas e prédios populares construídos por meio do programa “Minha Casa, Minha Vida”, da Caixa Econômica Federal.

O método aplicado foi o dedutivo, pois, com tal processo de raciocínio é possível, partindo de uma ou mais premissas a obtenção de uma conclusão imprescindível e evidente. A pesquisa também foi exploratória, observativa e sistemática. Em relação à abordagem, esta pesquisa teve característica qualitativa, onde os métodos buscam explicar o porquê das coisas e sua origem, relações e mudanças, e tenta intuir as consequências, de forma a adquirir uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais (OLIVEIRA, 2011).

Esta é uma pesquisa de caráter exploratório, com aplicação de formulário semiestruturado para obtenção de respostas esclarecedoras sobre a quantidade, tipo e disposição/destinação final de resíduos gerados e retirados das estações de tratamento de esgoto em funcionamento no município de Paragominas-PA. Foi aplicado um formulário à responsável técnica pelas duas estações de tratamento de esgoto em funcionamento no município de Paragominas, com perguntas referentes aos principais resíduos e rejeitos gerados no processo; as etapas de geração e retirada dos mesmos; aos gases gerados durante o tratamento; a quantificação dos resíduos e rejeitos retirados e gerados e sobre a destinação e disposição final dos resíduos e rejeitos.

Foi efetuada a aplicação de um formulário misto realizada *in loco*, para verificação dos tipos de resíduos gerados e retirados. A pesquisa foi complementada com uma revisão literária em artigos científicos e Legislações vigentes a respeito da destinação e disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos de estações de tratamento de esgotos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos a partir de visita *in loco* às duas estações de tratamento de fluentes, indicaram que são gerados neste processo resíduos que necessitam de tratamento prévio antes da disposição final, bem como: lodo, gases, resíduos sólidos e o próprio efluente.

#### 3.1 LODO

Referente ao lodo, a análise dos dados obtidos indicou que este é lavado para o leito de secagem em uma área acima do aterro sanitário do município de Paragominas-PA. O leito foi construído de acordo com as normas, apresenta 200m quadrados, tem

quatro compartimentos e tem um filtro em baixo, tudo dentro do preconizado por normas específicas, com areia, seixo, etc, com a camada superior mais grossa de broquete, onde ocorre o processo de higienização, através da solarização.

Vale salientar que não ocorre a higienização química, com a adição de cal. Só ocorre higienização física. Além disso, foi observado na estação, que em um tempo de 28 dias do lodo no leito de secagem, ele está ideal para ser usando na adubação, pois passado desse tempo, ele perde a concentração de carbono, de nitrogênio e não fica tão eficiente para aplicação em culturas.

Antes de ser transportado para o Aterro, o material fica armazenado em adensadores e nestes passam por um “tratamento prévio” (início do desaguamento). Após o lodo ser retirado e levado para os leitos de secagem no aterro controlado e ficarem em processo de desaguamento, estão prontos para utilização. Entretanto, não é efetuada a quantificação do lodo gerado.

Figura 2 - Lodo residual



Fonte: Autores, 2021.

A unidade de adensamento é geralmente a primeira forma de tratamento dos resíduos gerados na estação, e se caracteriza pela geração de lodo concentrado, consequentemente com menor volume (SOUZA, 2012). Estes resíduos podem ser reutilizados em outras atividades, que varia de acordo com a composição do lodo.

Sendo assim, podem ser sugeridas algumas aplicações, de forma a reaproveitá-lo, permitindo sua comercialização e reduzindo a necessidade de aterros sanitários, por exemplo: Fertilizantes, fabricação de agregados leves, fabricação de cimento Portland, produção de cerâmica vermelha e fabricação de tijolos refratários (OLIVEIRA et al., 2018). Além disso, os autores apresentam diferentes modos de reaproveitamento do lodo,

como aplicações em agregados leves, cerâmica vermelha e materiais cimentícios. É possível a utilização até em materiais de significativa relevância, com aplicação mais sofisticada, como na fabricação de tijolos refratários.

### 3.2 GASES

Na etapa de tratamento biológico (reatores anaeróbicos), como subprodutos do tratamento, são gerados gases, e não é realizada mensuração da quantidade de gases gerados diariamente assim como não se verifica a concentração dos mesmos, ou seja, identificação de quais gases são gerados.

A principal formação de gás é nos reatores, por se tratar de um processo anaeróbio, onde a bactéria consome basicamente a matéria orgânica e libera o gás. Então em todos os taques existem lavadores de gás. Esses lavadores lavam o gás com cloro e cal antes de ser eliminado para a atmosfera.

De acordo com Braga et al (2011), os gases liberados nos processos de tratamento do esgoto são um dos principais impactos de uma ETE. Este impacto não possui tratamento direto. Dentre os gases liberados por uma ETE, estão o Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Dióxido e Trióxido de enxofre (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>), Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Tais elementos químicos podem apresentar grande toxicidade para os seres humanos, causando a redução da oxigenação do sangue e afetando o sistema nervoso. Além disso o acúmulo de gases aumenta o efeito estufa e probabilidade de ocorrência de chuva ácida e contribuem para degradação da camada de ozônio (BRAGA et al., 2011).

Segundo Frare (2009), os principais efeitos dos gases emitidos pelas ETEs à saúde humana podem ser a asma, o enfisema, a rinite e ainda dor de cabeça e enjojo. Portanto, as ETEs devem planejar formas de reduzir os odores gerados no tratamento de esgoto sanitário, minimizando os impactos à saúde e bem estar da população.

Em pesquisa efetuada por Dantas et al (2016) em cinquenta residências localizadas no entorno da ETE de Rondonópolis-MT, com o objetivo de avaliar a percepção dos moradores sobre os impactos da ETE na qualidade de vida da população vizinha, os dados obtidos indicaram uns prejuízos a saúdes sentidos pela população do entorno causados pela falta de controle e tratamento dos gases gerados pela ETE, onde a amostragem de entrevistados mencionou dores de cabeça (56%) e mal-estar (44%).

Referente aos odores advindos das ETEs, as barreiras vegetais implantadas no limite das estações e o plantio de árvores nos quintais das residências podem ser adotados

como uma medida adicional, auxiliando ainda mais na contenção dos odores provenientes da estação (LEANDRO et al., 2020).

Frente a isto, um estudo realizado por Angeoletto (2012) na cidade de Sarandi – PR envolvendo ações de plantios participativos em quintais de bairros carentes, indicou a preferência da população por espécies frutíferas e a aceitação de até duas mudas por quintal. Sendo assim, além de auxiliarem na redução dos odores, as espécies frutíferas contribuem ainda para diversificação nutricional dos residentes no local.

### 3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os dados obtidos e analisados indicaram que os resíduos retirados, mais frequentes são: areia, pelo processo de sedimentação, sacolas e fraudas descartáveis, na fase de gradeamento (Figura 3a). O resíduo gerado no tratamento de efluentes nas estações consiste principalmente no lodo que fica armazenado no adensador (Figura 3b).

Figura 3 – a) Resíduos retirados nas fases de sedimentação de gradeamento; b) lodo gerado na fase de tratamento biológico. Paragominas – PA.



Fonte: autores (2021).

Os dados obtidos indicaram que a mensuração dos resíduos retirados é efetuada com uso de uma balança eletrônica da quantidade de resíduos retirados diariamente nas estações de tratamento (aproximadamente 20 kg), o que representa 600 kg de resíduos por mês.

A análise dos dados obtidos indicou que os resíduos retirados na fase de gradeamento e sedimentação são transportados para o Aterro Controlado do município, entretanto, não recebem nenhum tipo de tratamento ou separação prévia, somente a areia é colocada em sacos plásticos para transporte até o aterro, os demais resíduos são coletados sem critérios técnicos de segregação e armazenamento.

### 3.4 EFLUENTES

Os efluentes sanitários da ETE são tratados a partir de processos anaeróbios. Nesse tipo de processo, micro-organismos presentes nos efluentes degradam a matéria orgânica na ausência de oxigênio molecular, até convertê-la quase totalmente em tecido celular (que se incorpora ao lodo) e gases primários, sobretudo o metano e o dióxido de carbono. O tratamento de lodos digeridos é a terceira etapa do processo, tendo como objetivo o armazenamento e o descarte desse lodo produzido constantemente pelo reator anaeróbico. Além disso, o tratamento por oxidação retira um significativo percentual de nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes através da aplicação de cloro.

O efluente final tratado vai para o rio principal do município. O emissário fica a 700m, e é jogado no rio Uraim. São dois tipos de monitoramento: semanal, que é feita pela SANEPAR; e já para a questão de legalização, o monitoramento é semestral. O monitoramento ocorre a 100m a montante do ponto de lançamento; no ponto de lançamento; à 50m, 100m e 200m a jusante do lançamento. São feitas as análises de DBO, OD e outros parâmetros dentro da resolução CONAMA.

## 4 CONCLUSÃO

Os serviços de coleta e tratamento de esgoto adequado são extremamente essenciais para o desenvolvimento de um município aliado a melhoria da qualidade de vida da população em questão. Sendo assim, o sistema de tratamento de efluentes sanitários visa atender em dois locais local, gradativamente, toda a demanda do município, caracterizando-se como mais uma obra necessária a estar sendo realizada em benefício da qualidade de vida da população.

Os gases gerados no tratamento biológico são direcionados para os chamados “lavadores de gases”, localizados na parte inferior dos reatores anaeróbicos. Não há informações sobre como ocorre esse processo de “lavagem”. Após essa etapa, o fluido gerado é disposto para a atmosfera.

A geração e retirada de resíduos, gases e rejeitos, é uma problemática que ainda requer solução mais integrada, haja vista que a destinação e a disposição final dos mesmos é efetuada de maneira simplificada, sem realização de ações capazes de mitigar ou resolver a problemática como um todo.

Em razão dos resíduos e rejeitos serem retirados na fase de gradeamento e sedimentação durante o tratamento de esgotos (fase com presença de água), é necessário a realização de secagem dos materiais para posterior destinação e disposição final. Os

rejeitos, conforme delimita a Política Nacional de Resíduos Sólidos devem ser transportados para um Aterro Sanitário, considerado a melhor forma de tratamento de rejeitos, enquanto os resíduos podem ser reutilizados ou reciclados. Em consideração às características dos resíduos retirados nas ETE's, a melhor forma de tratamento indicada é a reciclagem dos mesmos.

A inserção na cadeia produtiva dos resíduos gerados pode ser realizada a partir da coleta dos mesmos por ação de cooperativas de catadores. No município de Paragominas, há registro de uma cooperativa de catadores denominada COOPERCAMARI localizada na área do aterro controlado, formada por 27 catadores, fator essencial para melhor responsabilidade socioambiental do projeto.

## REFERÊNCIAS

ANGEOLETTO, F. Planeta Ciudad: Ecología urbana y planificación de ciudades medias de Brasil. 2012. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia Urbana, Universidad Autónoma de Madrid, 2012.

ARAÚJO, K. S. de et al. Advanced oxidation processes: a review regarding the fundamentals and applications in wastewater treatment and industrial wastewater. **Rev. Ambiente água**. Taubaté, v. 11, n. 2, p.387-401, abr-jun. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.357, de 17 de mar. 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2021.

DANTAS P. G. M. P. et al, **Impactos Socioambientais Causados pela Estação de Tratamento de Efluentes em Meio Urbano**. SENAI Rondonópolis, 2016.

FRARE, L. M; GIMENES, M. L; PEREIRA, N. C. Processo para remoção de ácido sulfídrico de biogás. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 167-172, 2009.

JERÔNIMO, C. E. M.; SOUZA, F. R. S. Determinação do índice de qualidade da água da lagoa de extremoz-rn: série temporal e correlação a índices pluviométricos. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 10, n. 10, p.2219-2232, abr. 2013.

LEANDOR, D. S. et al. Barreiras vegetais para a mitigação de odores devem atender também aos objetivos de reforço da segurança alimentar e suporte à biodiversidade. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.14, n.34, p. 119-140, jan./abr. de 2020.

OLIVEIRA, G. et al. Reutilização de lodo de estação de tratamento de efluentes (ETE) na Região de Suzano, São Paulo, Brasil: alternativas e oportunidades. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 11, p. 999-1007. Mar, 2018.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica**: manual para a realização de pesquisas em Administração. Goiás: Catalão, 2011. 72 p.

OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B; ALVES S., Teodorico. Integração de Informações Qualiquantitativa como Ferramenta de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Rea**, São Paulo, v. 13, n. 1, p.18-27, jan/jun. 2011.

PEREIRA, L. C. et al. Análise qualitativa da gestão de resíduos sólidos no município de Paragominas-PA. **Blucher Engineering Proceedings**, São Paulo, p.2242-2251, jul. 2017.

SILVEIRA, M.; ARAUJO NETO, M. D. Licenciamento ambiental de grandes empreendimentos: conexão possível entre saúde e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, Brasília, v. 19, n. 9, p.3829-3838, set. 2014.

SOUZA, W. G. de. Pós secagem natural de lodos de estações de tratamento de água e esgoto sanitários. **São Paulo**, 133 p., 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.