



## IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BAIRRO VILA EPITÁCIO CAFETEIRA – TRECHO DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO – NO MUNICÍPIO DE PAÇO DO LUMIAR/MA

Isael Gomes Silva<sup>1</sup>  
Dr. Michael Barbosa Viana<sup>2</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Isael Gomes Silva y Michael Barbosa Viana (2019): “Implantação de sistema de esgotamento sanitário no bairro Vila Epitácio Cafeteira – trecho da Bacia do rio Santo Antônio – no município de Paço do LUMIAR/MA”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (julio 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/07/sistema-egotamento-sanitario.html>

### RESUMO

A bacia do rio Santo Antônio tem sido deteriorada a partir da década de 1980 com o direcionamento de esgoto doméstico *in natura*, efluentes industriais sem tratamento e resíduos sólidos no leito do rio. Apenas o município de São Luís, capital do Estado, possui sistema de esgotamento sanitário em implantação. No município de Paço do Lumiar apenas os conjuntos residenciais construídos recentemente possuem alguma alternativa de tratamento de esgoto. Um grande percentual de esgoto não é tratado, comprometendo seus recursos hídricos e seu solo, interferindo também na qualidade de vida da população. A área em estudo não possui um sistema coletivo de esgotamento sanitário, o esgoto doméstico é destinado para alternativas individuais ou lançado diretamente no solo, rios e riachos sem tratamento. Este trabalho apresenta uma proposta de intervenção no bairro Vila Epitácio Cafeteira, no município de Paço do Lumiar. A proposta de intervenção discorre sobre a implantação de uma rede de coleta e de uma estação de tratamento do esgoto doméstico no bairro.

**Palavras-Chave:** Intervenção. Sistema de Esgotamento Sanitário. Rede Coletora. Tratamento de Esgoto.

### RESUMEN

La cuenca del río Santo Antônio ha sido deteriorada a partir de la década de 1980 con el direccionamiento de alcantarillado doméstico *in natura*, efluentes industriales sin tratamiento y residuos sólidos en el lecho del río. Sólo el municipio de São Luís, capital del Estado, posee sistema de alcantarillado sanitario en implantación. En el municipio de Paço do Lumiar sólo los conjuntos residenciales construidos recientemente poseen alguna alternativa de tratamiento de aguas residuales. Un gran porcentaje de desagüe no es tratado, comprometiendo sus recursos hídricos y su suelo, interfiriendo también en la calidad de vida de la población. El área en estudio no posee un

<sup>1</sup> Graduação em Química Industrial) - Universidade Federal do Maranhão; Especialização em Engenharia Ambiental - Universidade Ceuma; Especialização em Elaboração e gerenciamento de projetos para a gestão municipal de Rec Híd) - Instituto Federal do Ceará

<sup>2</sup> Possui graduação em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE; Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP); Doutorado em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professor Adjunto do Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da UFC

sistema colectivo de agotamiento sanitario, el desagüe doméstico está destinado a alternativas individuales o lanzado directamente en el suelo, ríos y arroyos sin tratamiento. Este trabajo presenta una propuesta de intervención en el barrio Vila Epitácio Cafeteira, en el municipio de Paço do Lumiar. La propuesta de intervención discurre sobre la implantación de una red de recolección y de una estación de tratamiento del desagüe doméstico en el barrio.

**Palabras-clave:** Intervención. Sistema de Agotamiento Sanitario. Red Colectora. Tratamiento de aguas residuales.

### ABSTRACT

The Santo Antônio river basin has been deteriorating since the 1980s with the directing of domestic sewage in natura, untreated industrial effluent and solid waste in the riverbed. Only the municipality of São Luís, the state capital, has a sanitary sewage system in place. In the municipality of Paço do Lumiar only the recently built residential complexes have some alternative sewage treatment. A large percentage of sewage is not treated, compromising its water resources and soil, interfering also in the quality of life of the population. The study area does not have a collective sewage system, the domestic sewage is destined for individual alternatives or thrown directly into the soil, rivers and streams without treatment. This paper presents an intervention proposal in the Vila Epitácio Cafeteira neighborhood, in the municipality of Paço do Lumiar. The intervention proposal deals with the implementation of a collection network and a domestic sewage treatment plant in the neighborhood.

**Descritores BVS (Biblioteca Virtual em Saúde):** Corpos d'água. Recursos Hidrológicos. Impacto Ambiental.

**Keywords:** Intervention. System of Sanitary Exhaustion. Collecting Network. Sewage treatment.

## 1 INTRODUÇÃO

A Ilha do Maranhão localiza-se no golfo maranhense ao norte do Estado. É formada pelos Municípios de São Luís – capital do Estado, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar, totalizando aproximadamente 01 (um) milhão de habitantes. (IBGE, 2010). A Figura 1 mostra a localização da Ilha do Maranhão e seus municípios.



Figura 1 – Mapa da localização da Ilha do Maranhão e seus municípios (IMESC, 2017).

## 1.1 Problema

A Ilha do Maranhão até 2016 só possuía duas Estações de Tratamento de Esgotos – ETE funcionando, a ETE Jaracati e a ETE Bacanga, ambas inauguradas em 2003. Em agosto de 2016 foi inaugurada a ETE Vinhais, ampliando para três o número de estações. Uma quarta estação encontra-se em construção, a ETE Anil. (CAEMA, 2017). Todas essas estações estão no município de São Luís, a capital do Estado.

A área territorial do Município de Paço do Lumiar não possui sistema de tratamento de esgotos. Em décadas anteriores funcionava a ETE Lima Verde e a ETE Mocajituba. Ambas estão desativadas. Essas estações eram operadas pela Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA e durante o período de funcionamento apresentaram vários problemas operacionais e de qualidade. Com a desativação da ETE Lima Verde e da ETE Mocajituba, o esgoto coletado é lançado sem tratamento no rio Paciência e no rio Santo Antônio (rio Cururuca). Vários conjuntos residências no município coletam e lançam sem tratamento o esgoto nos riachos e rios da região. (CAEMA, 2017).

Devido o município não tratar seu esgoto e direcioná-lo, quando coletado, para rios e riachos, as fontes de águas superficiais estão poluídas e não são utilizadas como alternativas de abastecimento. Todo o abastecimento de água provém de fontes subterrâneas.

## 1.2 Justificativa

O crescimento populacional da Ilha do Maranhão ocorreu de forma mais acentuada a partir da década de 1980 com a construção de vários conjuntos habitacionais. O Estado tem priorizado o saneamento no município de São Luís, sua capital.

Os aglomerados urbanos no município de Paço de Lumiar direcionam seus dejetos na bacia do rio Santo Antônio. Apenas os novos conjuntos residenciais e condomínios possuem alguma alternativa de tratamento de seus esgotos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Geral

Reduzir a carga de lançamentos de esgotos *in natura* no Rio Santo Antonio (também conhecido como Rio Cururuca) no trecho compreendido entre o Bairro Vila Epiácio Cafeteira e o Porto de Timbuba.

### 1.3.2 Específicos

- Identificar empreendimentos com sistemas de tratamento próprios no trecho em estudo;
- Identificar unidades unifamiliares com e sem sistemas de tratamento unitário no trecho em estudo;
- Propor implantação de rede de coleta e tratamento de esgoto no Bairro Vila Epiácio Cafeteira.

## 1.4 Metodologia

Para as intervenções na área em estudo faz-se necessário seguir as seguintes etapas:

- Realizar visitas na maioria das residências e empreendimentos;
- Elaborar mapas temáticos da área;

### 1.4.1 Visitas em residências e empreendimentos

As visitas visam verificar para onde é direcionado o esgoto, seja bruto ou tratado.

As visitas ao trecho em estudo ocorreram no período de 08 a 12 de janeiro de 2018 e de 18 a 23 de abril de 2018.

### 1.4.2 Elaborar mapas temáticos da área

Os mapas servirão para conhecer a área de estudo e obter informações de solos, declividade e localização.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Saneamento Básico no Brasil e no Maranhão

A Lei Federal nº11.445/2007 considera em seu Art. 3º, que saneamento básico é o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais; limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

O Decreto Federal nº 7.217/2010 que regulamenta a Lei Federal nº 11.445/2007, em seu Art. 19,relata que os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas em que os municípios estiverem inseridos.

Entretanto, a região onde se encontra localizado o município de Paço do Lumiar não possui plano de recursos hídricos, nem mesmo um comitê de bacia, mas apenas um plano diretor de 2006, nunca posto em prática. Especificamente em relação ao esgotamento sanitário, os dados não são satisfatórios no cenário nacional e local. No Brasil apenas 50,3 % de esgoto é coletado e 42,67 % é tratado. No Maranhão esse percentual é de 12,07 % coletado e 11,99 %é tratado. (SNIS, 2015).

Os primórdios do saneamento no Estado do Maranhão se fundamenta na edição da Lei Provincial nº 287 de 4 de dezembro de 1850 que concedeu poderes ao presidente da província, Sr. Eduardo Olímpio Machado, para contratar uma companhia com a finalidade de implantar as canalizações e explorar os serviços de distribuição de água, utilizando as águas do rio Anil na Ilha de São Luís. O sistema de esgotamento sanitário teve início em 1911, com a implantação, na área urbanizada, das primeiras tubulações coletoras de esgoto e lançamento sem tratamento na orla marinha através de emissário submarino. A Companhia de Águas e Esgoto do Maranhão – CAEMA foi constituída por Lei Estadual de 1966 para serviços de saneamento básico nos municípios do interior do Estado; e em 1969 foi criada a Companhia de Saneamento de São Luís – SANEL, empresas públicas. No ano de 1971 a SANEL foi incorporada pela CAEMA, centralizando as políticas de saneamento do estado em uma única empresa. (Anjos Neto, 2006).

Durante várias décadas o Município de Paço do Lumiar teve o abastecimento de água e esgoto prestado pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto – municipal) e pela CAEMA. No final de 2014 houve o distrato com a CAEMA e em janeiro de 2015 a Odebrect Ambiental (empresa privada) assume a concessão dos serviços de água e esgoto do município. A Odebrect Ambiental foi comprada pela BRK Ambiental e assumiu a concessão dos serviços.

#### 2.1.1 Sistemas de esgotamento sanitário

Os resíduos líquidos gerados pelas atividades humanas, seja doméstico, industrial ou comercial, para evitar a poluição ou contaminação do meio ambiente precisam ser coletados e tratados. Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser: do tipo individual ou coletivo. O sistema individual mais utilizado em residências é o tanque ou fossa séptica. O sistema coletivo é utilizado para locais com grande densidade populacional. O sistema coletivo pode ser:

- Sistema unitário ou combinado – onde o esgoto sanitário e as águas pluviais são coletados dentro da mesma tubulação e segue para um destino final;
- Sistema separador absoluto – onde o esgoto sanitário é coletado numa tubulação e direcionado para tratamento; as águas pluviais são coletadas em outra tubulação e direcionadas para canalizações de drenagens.

A legislação brasileira é pautada no sistema separador absoluto.

No sistema separador absoluto podemos citar os seguintes componentes:

- Rede coletora – tubulações que recebem os esgotos das ligações prediais;
- Interceptores – tubulações que recebem o esgoto da rede coletora e o direcionam para tratamento;
- Estação elevatória de esgoto (EEE) – instalação responsável para realizar o recalque do esgoto de um ponto mais baixo para outra EEE ou estação de tratamento;
- Estação de tratamento de esgoto (ETE) – conjunto de alternativas de tratamento do esgoto visando dispô-lo após o tratamento dentro dos parâmetros aceitáveis descritos em leis e normas.

- Emissário – canalização destinada a direcionar o esgoto a uma destinação conveniente, sem receber contribuições ao longo do seu percurso.

## 2.1.2 Tipos de tratamentos de esgoto

Existem atualmente vários tipos de tratamentos economicamente viáveis para os esgotos domésticos. A escolha dependerá dos objetivos do tratamento e do uso que será dado ao esgoto tratado. Os tratamentos ocorrerão por meios de processos físicos, físico-químicos ou biológicos, desenvolvendo-se, geralmente, de forma combinada. (Campos, 1999).

### 2.1.2.1 Níveis de tratamento

O nível de tratamento está relacionado à remoção dos componentes que se deseja remover do esgoto e com a eficiência almejada para atendimento dos padrões de lançamento da legislação vigente.

#### 2.1.2.1.1 Tratamento Preliminar (Pré-tratamento)

É nessa etapa que ocorre a remoção de sólidos grosseiros e areia, praticamente inexistindo remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), embora as retiradas desses materiais grosseiros possam remover de 5 a 25% de DBO<sub>5</sub><sup>3</sup>. (Cammarota, 2011).

A operação unitária envolvida é meramente física, utilizando-se grades e peneiras para retenção dos sólidos mais grosseiros e caixas de areia (desarenadores) para remoção da areia. Dependendo do tipo de efluente, utilizam-se também tanques ou caixas para retenção/remoção de óleos e graxas. (SNSA, 2008). Esse tratamento objetiva proteger as tubulações de transporte e equipamentos eletromecânicos.

#### 2.1.2.1.2 Tratamento Primário

Etapa em que ocorre a remoção de sólidos sedimentáveis, sólidos flutuantes (40 a 70% dos sólidos em suspensão) e uma parte da matéria orgânica em suspensão (30 a 35% de DBO<sub>5</sub>), constituindo-se unicamente de processos físico-químicos. (Cammarota, 2011; SNSA, 2008).

Nessa remoção é utilizado tanque de equalização, tanque de floculação, tanque de flotação, decantador primário.

#### 2.1.2.1.3 Tratamento Secundário

Nesta etapa ocorre a remoção de matéria orgânica dissolvida e matéria orgânica não removida no tratamento primário. É constituído por processos biológicos aeróbios ou anaeróbios, em que se processam reações bioquímicas.

Ao final do tratamento secundário, a remoção de matéria orgânica, na forma de DBO<sub>5</sub>, normalmente alcança valores superiores a 80% da carga inicial ou produz um efluente tratado com valores de DBO<sub>5</sub> inferiores a 60 mg/l. (Campos, 1999).

#### 2.1.2.1.4 Tratamento Terciário

Ocorre quando há necessidade de melhorar a qualidade do efluente tratado dos níveis primário e/ou secundário. É também chamado de etapa de "polimento" do tratamento de efluentes. É normalmente empregado para redução de sólidos em suspensão, carga orgânica biodegradável e não biodegradável, micropoluentes, cor, sais minerais, nutrientes e patogênicos. (Chernicharo, 2001).

## 2.1.3. Processos biológicos

Como já comentado anteriormente, os processos biológicos fazem parte de uma das etapas do tratamento (tratamento secundário e terciário). Nesses processos a matéria orgânica dissolvida, coloidal e em suspensão (DBO carbonácea) serve de alimento – substrato – para os microrganismos. Esses microrganismos – principalmente bactérias, fungos e protozoários – transformam a matéria orgânica em gases, água e novos microrganismos. (Campos, 1999; Cammarota, 2011).

Os processos biológicos também podem ser empregados para a remoção da matéria orgânica nitrogenada (DBO nitrogenada). (Campos, 1999; Cammarota, 2011).

Alguns fatores interferem no desenvolvimento dos processos biológicos, como: composição do efluente; a temperatura; a disponibilidade de nutrientes; a presença ou ausência de oxigênio; o pH; a alcalinidade; presença de elementos tóxicos; a insolação (luminosidade), tempo de contato. (Campos, 1999).

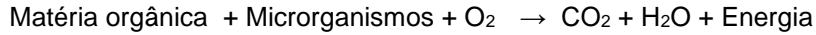
---

<sup>3</sup>DBO<sub>5</sub>: As amostras são incubadas a 20° C por 5 dias e o resultado expresso em mg O<sub>2</sub>/l.

Os processos biológicos podem ser aeróbios (com presença de oxigênio), anaeróbios (na ausência de oxigênio) ou facultativos (na presença e ausência de oxigênio). A seguir, detalha-se cada um desses processos.

#### 2.1.3.1 Processos Aeróbios

Nesses processos microrganismos, predominantemente bactérias aeróbias e facultativas, promovem a degradação dos componentes orgânicos gerando gás carbônico, água e produtos de metabolismo.



Assim são formados dois produtos inertes mais energia, que será usada no metabolismo microbiano gerando novas células. Nas reações aeróbias, alguns parâmetros devem ser fixados para a eficiência do processo, tais como: pH entre 6 e 8; relação DBO:N<sup>4</sup>:P<sup>5</sup> 100:5:1, e O<sub>2</sub> maior que 2 mg/l. Os sistemas aeróbios mais comuns aplicados no tratamento de efluentes são: Lodos ativados, filtros biológicos e Lagoas aeradas.

#### 2.1.3.2. Processos Anaeróbios

A degradação da matéria orgânica pela via anaeróbia ocorre por um processo bioquímico complexo. Composto por sequências de reações, cada uma com sua população de microrganismos específica. De forma simplificada, pela ação de bactérias anaeróbias, a matéria orgânica é convertida em gás metano, gás carbônico mais energia, que será usada no metabolismo microbiano gerando novas células. (Campos, 1999).



A conversão da matéria orgânica se processa em 04 etapas, (CAMPOS, 1999):

- Hidrólise – matéria orgânica complexa é convertida em compostos dissolvidos de menor peso molecular por bactérias fermentativas hidrolíticas. São constituídas frequentemente pelos gêneros *Bacteroides*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Butyrivibrio*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*. Essas bactérias produzem e excretam as enzimas: lipases, proteases, celulasas e amilases. Atuando sobre a matéria orgânica, produzindo ácidos graxos e glicerina, aminoácidos, e açúcares solúveis. A hidrólise é, em muitos casos, a etapa limitante do processo anaeróbio.
- Fermentação ácida ou Acidogênese – os compostos dissolvidos gerados na hidrólise são absorvidos por bactérias fermentativas acidogênicas. Nessa fermentação são transformados em ácidos orgânicos voláteis – fórmico, acético, propiônico, butírico, valérico.
- Fermentação acetogênica ou Acetogênese – os produtos da acidogênese são convertidos, pela atuação das bactérias acetogênicas facultativas e anaeróbias obrigatórias, em acetato, H<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> que são os substratos para formação de CH<sub>4</sub>.
- Metanogênese – bactérias metanogênicas anaeróbias obrigatórias, convertem substâncias orgânicas simples em produtos finais mais simples como CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>.

A metanogênese pode ser:

- Acetotrófica ou Acetoclástica – bactérias frequentemente encontradas são *Methanosarcina* e *Methanosaeta* que reduzem o ácido acético.  

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$$
 São responsáveis por 70% da produção de metano.
- Hidrogenotrófica – bactérias frequentemente encontradas são *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanospirillum* que reduzem o dióxido de carbono.  

$$4 \text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
 São responsáveis por 30% da produção de metano.

Os principais reatores anaeróbios utilizados são: lagoas anaeróbias, decanto-digestores, filtros anaeróbios, reatores anaeróbios de manto de lodo (UASB) e os reatores anaeróbios de leito expandido ou fluidificado.

Normalmente antecede os reatores anaeróbios um tratamento preliminar (pré-tratamento) dos efluentes. Necessitando muitas vezes de um pós-tratamento para se adequar na disposição final.

#### 2.1.3.3 Normas para lançamento

---

<sup>4</sup>N: Nitrogênio

<sup>5</sup>P: Fósforo

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama nº 357/2005 classificou os corpos de água em função de seus usos preponderantes, e a resolução Conama nº 430/211 a complementa dispondo sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os órgãos estaduais de meio ambiente deverão também especificar as condições e padrões de lançamentos de efluentes de fontes poluidoras.

Os responsáveis pelas estações de tratamento de esgoto deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos esgotos lançados nos corpos receptores.

## 2.2 Descrição da Área de Estudo

O Estado do Maranhão está inserido em três regiões hidrográficas. (CNRH, 2003). A região hidrográfica do Tocantins/Araguaia, a região hidrográfica do Parnaíba e a região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. A Ilha do Maranhão e a maior parte do Estado do Maranhão encontram-se na região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.

Em 2004 o Estado homologa a Lei Estadual nº 8.149 de 15 de junho de 2004, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, revogando a Lei Estadual nº 7.052/1997. A lei só foi regulamentada em 2011 com o Decreto nº 27.845 de 18 de novembro de 2011, com relação às águas superficiais e em 2012 com o Decreto nº 28.008 de 30 de janeiro de 2012 com relação às águas subterrâneas. O Artigo 5º do Decreto Estadual nº 27.845/2011 estabeleceu que o estado ficará dividido em doze regiões hidrográficas.

A Figura 2 mostra as doze regiões hidrográficas do estado.

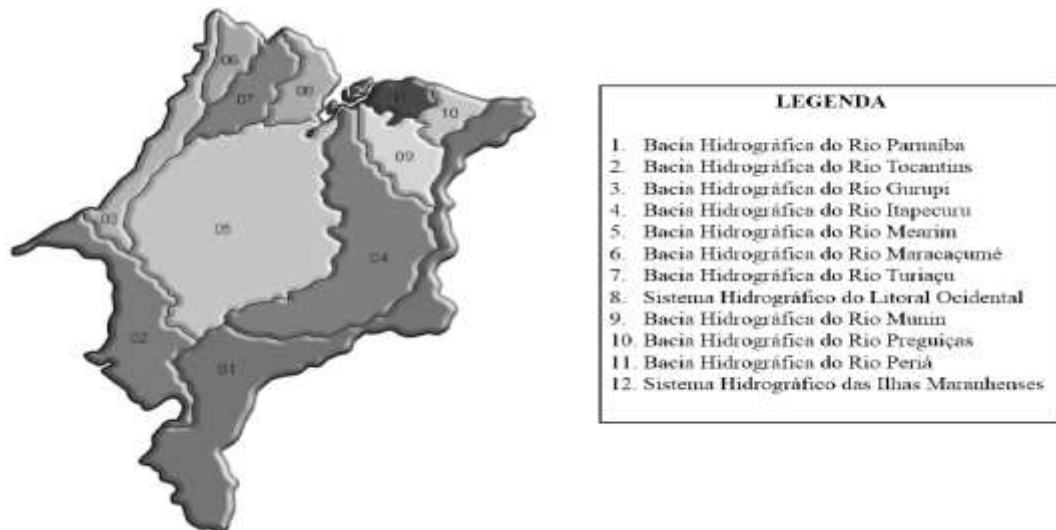


Figura 2 – Mapa da Distribuição das bacias hidrográficas do estado do Maranhão (NuGeo/UEMA, 2011).

A Ilha do Maranhão possui 12 grandes bacias hidrográficas: Anil, Bacanga, Cachorros, Estiva, Geniparana, Guarapiranga, Inhaúma, Itaquí, Paciência, Praias, Santo Antônio, Tibiri. (ARAÚJO, TELES, LAGO, 2009). A Figura 3 mostra o mapa dos limites das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão.



Figura 3 – Mapa dos limites das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão (Araújo; Teles; Lago, 2009).

A bacia do Rio Santo Antônio encontra-se inserida no Município de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, tendo sua maior área no Município de Paço do Lumiar.

O rio nasce no bairro de Cidade Operária (São Luís) e deságua na baía de Curupu (Paço do Lumiar). Encerra uma extensão de 25 km e sua área de drenagem é de 100,46 km<sup>2</sup>. A área de drenagem tem uma pequena densidade demográfica, predominando atividades antrópicas de cunho rural.

O rio ainda não foi classificado, desta forma, segundo a resolução Conama nº 357/2005, no seu Art. 42 o recurso hídrico receberá a classe 2. O rio possui uma vazão média de 2,30 m<sup>3</sup>/s no período chuvoso e 1,42 m<sup>3</sup>/s no período seco. A ocupação antrópica na região da bacia intensificou-se nas décadas de 1970 e 1980 com a construção de vários conjuntos habitacionais. A Figura 4 mostra a localização da área de estudo.





Figura 4 – Mapa de localização da área de estudo (Autor, 2018)

O Município de Paço do Lumiar foi criado pela Lei nº 1890 de 7 de dezembro de 1959, possui uma população de 105.121 pessoas do último censo e uma população estimada em 2016 de 119.915 pessoas. A área territorial é de 122.828 km<sup>2</sup>. (IBGE, 2016).

A população urbana é de 78.749 pessoas e a população rural de 26.132 pessoas pelo censo de 2010. A densidade demográfica é de 855,84 hab/km<sup>2</sup>. No município há 08 estabelecimentos de saúde SUS, em 2016 ocorreram 0,6 internações por mil habitantes relativos à diarreia. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM-2010 é de 0,724. (IBGE, 2010).

Tomando como referência o Wang Park (Parque Aquático na Estrada de São José de Ribamar, km 13, S/N – Pindaíba – Paço do Lumiar – MA 201.), se deslocando para o Porto de Timbuba encontramos ainda grandes áreas sem ocupação próxima às margens do rio Santo Antônio. O maior empreendimento é a empresa Frango Americano (MA 201 km 18, S/N – Pau deitado – Paço do Lumiar). Nesta localidade possui uma unidade de abatedouro de frangos, uma fábrica de ração e integrados de criação de frangos – granjas. O abatedouro possui uma ETE e o efluente tratado é direcionado para o rio Santo Antônio. A maioria das casas em Pau Deitado e no Porto do Timbuba possui fossa sumidouro, mas é possível encontrar fossa negra<sup>6</sup>. A Figura 5 mostra o mapa de localização dos pontos em campo.

<sup>6</sup> Consiste de uma cava feita diretamente no terreno, sem revestimento em sua formação. Os resíduos caem diretamente no solo.



Figura 5 – Mapa de localização dos pontos em campo (Autor, 2018).

O outro empreendimento é o condomínio residencial Pitangueiras I, II, III, IV, blocos de apartamentos de 4 andares, 4 apartamentos por andar. 5 blocos no I; 6 blocos no II; 8 blocos no III; 8 blocos no IV. O condomínio possui uma ETE localizada na frente da unidade IV, e o efluente tratado é direcionado para o Rio Santo Antônio. Não há nenhuma garantia que ocorra realmente o tratamento na ETE.

O outro empreendimento é o Condomínio Plaza das Flores I, II, III. O condomínio possui uma ETE localizada na frente da unidade, e o efluente tratado é direcionado para o Rio Santo Antônio. Não há nenhuma garantia que ocorra realmente o tratamento na ETE.

Tomando mais uma vez o Wang Park como referência, e nos deslocando em direção ao conjunto Maiobão temos: o bairro Pindai, que possui ainda grandes áreas sem ocupação antrópica. Mas nos últimos anos novos conjuntos residenciais têm sido implantados no bairro; O Residencial Portal do Paço I e II, conjunto de casas, possuem ETE e o efluente tratado é direcionado para o Rio Santo Antônio. O Residencial Cidade Verde, conjunto de casas, possui ETE e o efluente tratado é direcionado para o Rio Santo Antônio. Não há nenhuma garantia que ocorra realmente o tratamento na ETE. O conjunto habitacional Novo Horizonte (ou conjunto habitacional Independente), conjunto de casas, possui ETE e o efluente tratado é direcionado para o Rio Santo Antônio. Não há nenhuma garantia que ocorra realmente o tratamento na ETE.

O bairro Vila Epiácio Cafeteira, objeto do presente estudo, surgiu em função de um loteamento da construtora Roma que sofreu invasão (ocupações) no ano de 1997 por famílias de bairros próximos, e vindos de cidades do interior do Estado. Como já possuía uma infraestrutura de quadras e ruas a ocupação se deu de forma organizada. Os ocupantes passaram a construir casas e as águas servidas direcionadas para fossas/sumidouro. O bairro possui 46 quadras.

A Figura 6 mostra um mapa de localização do bairro Epiácio Cafeteira. A Figura 7 mostra o mapa hipsométrico da área de estudo.



Figura 6 – Bairro Vila Epitácio Cafeteira (Autor, 2018)

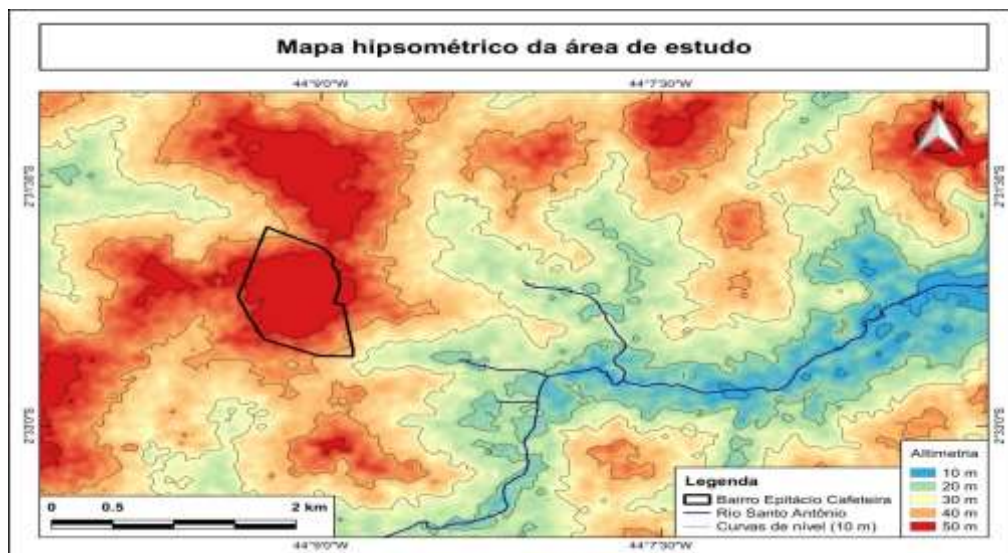


Figura 7 – Mapa hipsométrico da área de estudo (Autor, 2018)

### 3 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

#### 3.1 Identificação do Problema

O município de Paço do Lumiar não possui nenhum sistema de esgotamento sanitário. As residências possuem fossas sépticas e alguns empreendimentos contam com sua própria alternativa de tratamento.

Em novembro de 2009 entra em vigor a Lei Estadual nº 9.067 de 24 de novembro de 2009 que dispõe sobre construção de estações de tratamento de esgoto sanitário em edifícios e condomínio e dá outras providências. Ou seja, a Lei refere-se a novos empreendimentos residenciais e adequação dos existentes, mas sem uma fiscalização dos órgãos responsáveis não possui efetividade. Os grandes empreendimentos imobiliários, em sua maioria, tornam-se grandes coletores de esgoto doméstico, pois não há qualquer evidência que estas pequenas estações de tratamento sejam efetivas.

Os bairros que se formaram por ocupações, ou por edificações construídas por seus proprietários de lotes ficam sem uma rede de coleta e tratamento de esgoto. O bairro Vila Epitácio Cafeteira, se enquadra nesta categoria. Todas suas residências, desde sua fundação em 1988 até

hoje, não são ligadas a uma rede de coleta de esgoto. Vários conjuntos residenciais no município coletam e lançam sem tratamento do esgoto nos riachos e rios da região. (CAEMA, 2017).

### 3.2 Justificativa

Todos os abastecimentos de água de Paço do Lumiar provem de água subterrânea. (ANA, 2010). A hidrogeologia do município possui zonas de aquíferos livres e confinados e zonas de aquíferos livres e semiconfinados. (Sousa, 2001).

O lançamento de esgoto, sem tratamento, diretamente no solo, e as alternativas individuais de tratamento (fossas sépticas) comprometem a qualidade futura destes aquíferos subterrâneos. Devido o município não tratar seu esgoto e direcioná-lo, quando coletado, para rios e riachos, as fontes de águas superficiais estão poluídas e não são utilizadas como alternativas de abastecimento. A população sofre as consequências, aumentando o número de internações por doenças relacionadas à poluição hídrica.

### 3.3 Objetivo

A execução do projeto contribuirá com a redução da poluição hídrica no município de Paço do Lumiar e na Ilha do Maranhão. Aumentará a área útil dos lotes do bairro, pois as fossas sépticas serão desativadas.

### 3.4 Resultados e Impactos esperados

O rio Santo Antônio percorre os municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar. Em todo o seu percurso são lançados esgotos domésticos sem tratamento.

Visa-se desta forma a redução da disposição de esgoto *in natura* no leito do rio; a percolação do esgoto sem tratamento em direção aos aquíferos subterrâneos e ao leito do rio; melhorar a qualidade do rio, possibilitando uso mais nobre.

### 3.5 Ações de Intervenção

Para o projeto de intervenção será realizado o seguinte:

- 1º) Visita em todos os estabelecimentos comerciais, industriais e na maioria das residências do bairro;
- 2º) Elaboração do Edital para licitação;
- 3º) Licitação para Projeto de Engenharia em coleta e tratamento de esgoto;
  - i) Elaboração de um projeto básico;
  - ii) Elaboração de um projeto executivo;
- 4º) Contratação da empresa/consórcio vencedor da licitação;
- 5º) Execução do Projeto de Engenharia;
  - i) Implantação da rede coletora;
  - ii) Construção das estações elevatórias;
  - iii) Construção da estação de tratamento;
  - iv) Ligação dos estabelecimentos a rede coletora;
- 6º) Encerramento do Projeto de Intervenção
  - i) Funcionamento das estações elevatórias;
  - ii) Funcionamento da estação de tratamento;
  - iii) Encerrar contrato.

### 3.6 Atores envolvidos

Uma ação de intervenção deste tamanho envolve muitos atores.

A comunidade da área de estudo terá (dará) uma grande contribuição na obtenção das informações. A prefeitura e o estado darão o suporte para obtenção de áreas para o sistema de esgotamento sanitário. A concessionária do serviço de água e esgoto deverá repassar informações sobre seu planejamento de estruturação do sistema.

### 3.7 Recursos Necessários

#### ANTES DA EXECUÇÃO

- Humanos: engenheiros, geólogos, técnicos de nível superior, técnicos de nível médio;
- Base para acampamento: escritório, computadores, impressoras;
- Material para escritório;
- Financiamento por instituições nacionais e internacionais
- Veículos para deslocamento de equipes;
- Disponibilidade no município de áreas para execução da intervenção.

#### DURANTE A EXECUÇÃO

- Humanos: engenheiros, geólogos, técnicos de nível superior, técnicos de nível médio, auxiliares, ajudantes gerais;
- Base para acampamento: escritório, computadores, impressoras;
- Material para escritório;
- Veículos leves e pesados;
- Financiamento por instituições nacionais e internacionais.

#### APÓS A EXECUÇÃO

- Humanos: engenheiros, técnicos de nível superior, técnico de nível médio;
- Verbas para manutenção e operação das estações.

### 3.8 Orçamento

O Quadro 1 demonstra um orçamento estimado do projeto de intervenção. Os valores mostrados foram tirados de forma comparativa do projeto de sistema de esgotamento sanitário do sistema São Francisco, bairro do município de São Luís. Projeto da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, tendo como data base janeiro de 2016. (Edital RDC Presencial nº 005/2017-CCL/MA, Processo Administrativo nº 51220/2017-CAEMA).

RESUMO DOS SERVIÇOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	PREÇO TOTAL – R\$
<b>SERVIÇOS</b>	
Canteiro de obras	60.070,14
Administração local	515.086,58
Serviços preliminares	29.657,97
Transito e segurança	62.177,66
Serviços topograficos para locação e cadastro de obras	37.360,28
Movimento de terra e rocha	739.248,39
Transporte de solo, rocha e agregados	990.117,89
Escoramento para valas	2.390.469,60
Esgotamento	24.901,20
Fundações e estruturas	606.630,49
Caixas, tampas e poços de visita	483.715,23
Drenagem, contenções e reforço de solo	451.822,53
Assentamento e montagem de tubulações, peças, conexões, válvulas e aparelhos	56.910,33
Levantamento / demolição e recomposição de pavimentos	262.239,78
Edificações	16.818,19
<b>Total de serviços sem BDI</b>	<b>6.727.226,26</b>
<b>MATERIAIS</b>	
Material hidráulico e equipamentos	982.579,14
<b>Total do orçamento sem BDI</b>	<b>7.709.805,40</b>

Quadro 1 – Orçamento estimado do projeto de intervenção

Fonte: Autor, 2018

### 3.9 Viabilidade

O projeto é exequível, pois contribuirá pela despoluição do rio Santo Antônio, uma melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes no bairro Vila Eptácio Cafeteira. Com a implantação da rede coletora e a estação de tratamento ocorrerá a diminuição de lançamento in natura de esgotos e uma segurança na qualidade da água subterrânea.

### 3.10 Riscos e dificuldades

A Ilha do Maranhão possui uma estação chuvosa bem longa e com altos índices pluviométricos. Quaisquer obras precisarão levar em conta essa questão. Os materiais utilizados terão especificações próprias para o tipo de solo e quantidade pluviométrica anual.

O município de Paço do Lumiar possui a maioria de sua população na zona rural, onde a cultura é a construção de fossas sépticas ou mesmo fossa negra. Mas todos esses dejetos são direcionados para o Rio Santo Antônio.

Apesar do governo do Estado ter projeto para o saneamento básico na Ilha do Maranhão, a prioridade hoje é São Luís (capital do Maranhão), devido vários anos sem investimentos por parte de governos anteriores.

O custo de quaisquer obras na Ilha é sempre maior devido a distancia a ser percorrida pelos materiais, peças, instrumentos, maquinário que serão utilizados. A sua posição geográfica torna os fretes rodoviários mais elevados. Outra opção seria a utilização do porto do Itaqui para recebimento de todo os insumos necessários na construção da obra. Não se encontra muitos trabalhos acadêmicos sobre o Rio Santo Antônio. A Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA também possui poucas informações a respeito.

### 3.11 Cronograma

A execução dos serviços ocorrerá conforme o cronograma demonstrado nos Quadros 2, 3, 4.

ITEM	CRONOGRAMA	1º MÊS	2º MÊS	3º MÊS	4º MÊS	5º MÊS	6º MÊS	7º MÊS	8º MÊS	9º MÊS	10º MÊS	11º MÊS	12º MÊS
01	Instalações preliminares												
	Canteiro de obras	X	X										
02	Rede coletora												
	Av. do encanador; Av. 03		X	X	X								
03	Rede coletora												
	Av. 04; Av. 05				X	X							
04	Rede coletora												
	Av. 06					X	X						
05	Rede coletora												
	Av. 07							X					
06	Rede coletora												
	Rua dez; rua nove; rua B; rua A							X	X	X	X		
07	Rede coletora												
	Rua 8; rua 7										X	X	
08	Rede coletora												
	Rua 6; rua 5											X	X

Quadro 2 – Cronograma 1º Ano

Fonte: Autor, 2018



	to da Estação de Tratamento de Esgoto												
--	---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Quadro 4 – Cronograma 3º Ano

Fonte: Autor, 2018

**3.12 Gestão, Acompanhamento e Avaliação**

Será designado um funcionário do município e um representante da contratada para execução do projeto que serão os responsáveis para avaliação da evolução do andamento dos serviços.

Cada etapa colocada no cronograma será avaliada e aprovada, reprovada, ou necessitando de correções. As avaliações não ocorrerão apenas no final, mas no decorrer de cada serviço. Quaisquer alterações no cronograma serão validadas pelo representante do município.

A Figura 8 mostra um mapa com a proposta de esgotamento sanitário no bairro Vila Epitácio Cafeteira.



Figura 8 – Mapa com a proposta de esgotamento sanitário no bairro Vila Epitácio Cafeteira (Autor, 2018)



## 4 TERMO DE REFERÊNCIA

### 4.1 Objeto

Este Termo de Referência visa instituir as especificações para a contratação de serviços para projeto de engenharia em coleta e tratamento de esgoto no Bairro Vila Epitácio Cafeteira no Município de Paço do Lumiar na Ilha do Maranhão.

### 4.2 Justificativa

O rio Santo Antônio (também chamado rio Cururuca) recebe diariamente esgoto *in natura* proveniente de vários empreendimentos e conjuntos residenciais. Parte do esgoto do município de Paço do Lumiar ou é direcionado para fossas sépticas, ou é direcionado para o rio Santo Antônio.

Devido o município não tratar seu esgoto e direcioná-lo, quando coletado, para rios e riachos, as fontes de águas superficiais estão poluídas e não são utilizadas como alternativas de abastecimento. Todo o abastecimento de água provém de fontes subterrâneas.

### 4.3 Descrição do objeto

A contratada elaborará um projeto básico e um projeto executivo para a implantação de uma rede de coleta de esgoto e de uma estação de tratamento de esgoto. Após apresentação dos projetos e aprovação a contratada executará o projeto.

O Projeto Básico deverá conter:

- Memorial descritivo;
- Memorial de cálculo;
- Desenhos;
- Especificações técnicas;
- Orçamento detalhado.

O Projeto Executivo deverá conter com mais detalhes:

- Memorial descritivo;
- Memorial de cálculo;
- Desenhos;
- Especificações técnicas;
- Orçamento detalhado.

A Estação de Tratamento de Esgoto deverá possuir como tecnologia de tratamento a utilização do reator UASB e reator para polimento.

### 4.4 Fundamentação Legal

O processo para aquisição do objeto observará a Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993 e suas alterações, a Lei Complementar nº 123 de 14 de dezembro de 2006, Lei Estadual nº 10.403 de 29 de dezembro de 2015 e as cláusulas e condições definidas em Edital de licitação.

### 4.5 Estimativa de Custos

Os quadros seguintes mostram os custos estimados. O Quadro 5 demonstra um orçamento estimado do projeto de intervenção. Os valores mostrados foram tirados de forma comparativa do projeto de sistema de esgotamento sanitário do sistema São Francisco, bairro do município de São Luís. Projeto da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, tendo como data base janeiro de 2016. (Edital RDC Presencial nº 005/2017-CCL/MA, Processo Administrativo nº 51220/2017-CAEMA).

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continua					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
01	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				
	Canteiro de obras	UN	1,00	60.070,14	60.070,14
	Total Item 01				60.070,14
02	<b>ADMINISTRAÇÃO LOCAL</b>				
	Administração local	UN	1,00	515.086,58	515.086,58
	Total Item 02				515.086,58
03	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
	Limpeza manual do terreno (c/ raspagem superficial)	M <sup>2</sup>	219,04	2,57	562,93
	Limpeza final da obra	M <sup>2</sup>	16.359,16	1,62	26.501,84
	Supressão vegetal	M <sup>2</sup>	1.189,54	2,18	2.593,20
	Total Item 03				29.657,97
04	<b>TRANSITO E SEGURANÇA</b>				
	Cavelete para bloqueio lateral, central ou total incluindo fornecimento, transporte, instalação e remoção para outro local da obra	M	209,42	7,41	1.551,80
	Cerca de proteção com sinalização luminosa (corda luminosa ou sinalizador), para abertura de valas, com montantes e tela PVC, incluindo fornecimento transporte, instalação e remoção para outro local	M <sup>2</sup>	534,64	12,42	6.640,23
	Cerca de proteção sem sinalização luminosa para abertura de vala com montantes e tela PVC, incluindo fornecimento. Transporte, instalação e remoção para outro local da obra	M <sup>2</sup>	1.159,28	6,24	7.233,91
	Cone com faixa refletora para desvio de tráfego e/ou redução da área de circulação, incluindo fornecimento e remoção para outro local da obra	UN	25,00	5,40	135,00
	Escoramento em madeira de muro ou parede existente	M <sup>2</sup>	0,66	58,93	38,89
	Escoramento em madeira de tubulações existentes	M <sup>3</sup>	1,93	1.563,62	3.017,79
	Escoramento metálico de postes com altura até 7,00 m	UN	15,00	123,67	1.855,05

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continua)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
04	TRÂNSITO E SEGURANÇA – cont.				
	Instalação de sinalização, com 20 m, incluindo lâmpada, bocal e balde a cada 2 m	UN	10,00	34,10	341,00
	Passadiços de madeira para pedestres	M <sup>2</sup>	45,49	41,13	1.871,00
	Placa de identificação da obra padrão, incluindo fornecimento, transporte e instalação	M <sup>2</sup>	197,93	105,60	20.901,41
	Placa de sinalização e advertência, incluindo fornecimento, transporte, instalação e remoção para outro local da obra	M <sup>2</sup>	545,97	18,26	9.969,41
	Tapume de chapa de madeira compensada (6mm) - pintura a cal-aproveitamento 2 x	M <sup>2</sup>	175,00	38,89	6.805,75
	Travessia de madeira para veículos	M <sup>2</sup>	45,49	39,93	1.816,42
	Total Item 04				62.177,66
05	SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS PARA LOCAÇÃO E CADASTRO DE OBRAS				
	Cadastro de obras civis	M <sup>2</sup>	86,90	3,63	315,45
	Locação de redes de água ou de esgoto, inclusive topógrafo	M	8.231,84	1,07	8.808,07
	Cadastro de ligações prediais, inclusive topógrafo e desenhista	UN	823,00	7,50	6.172,50
	Cadastro de adutoras. Coletores e interceptores - até DN 500 mm, inclusive topógrafo e desenhista	M	2.383,27	3,07	7.316,64
	Locação de adutoras, coletores tronco e interceptores - até DN 500 mm, inclusive topógrafo	M	2.381,54	1,61	3.834,28
	Cadastro de redes, inclusive topógrafo e desenhista	M	8.231,84	1,31	10.783,71
	Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleadas, com reaproveitamento de 10 vezes.	M <sup>2</sup>	42,09	3,08	129,64
	Total Item 05				37.360,28

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
06	MOVIMENTO DE TERRA E ROCHA – cont.				
	Execução de envoltória ou berço de silte arenoso em valas, incluindo lançamento, espalhamento e compactação com soquete manual, com fornecimento do material	M <sup>3</sup>	936,50	47,96	44.914,54
	Execução de envoltória ou berço de silte arenoso em valas, incluindo lançamento, espalhamento e compactação com placa vibratória, com fornecimento do material	M <sup>3</sup>	72,90	77,45	5.646,11
	Execução de envoltória ou berço de solo-cimento em valas, incluindo lançamento, espalhamento e compactação com soquete manual	M <sup>3</sup>	366,66	212,69	77.984,92
	Execução de envoltória ou berço de solo-cimento em valas, incluindo lançamento, espalhamento e compactação com placa vibratória, com fornecimento do material	M <sup>3</sup>	157,14	189,20	29.730,89
	Escavação manual vala/cava material de 1ª categoria até 1,50m exclusive esgotamento/escoramento	M <sup>3</sup>	41,78	36,09	1.507,84
	Escavação manual vala/cava material 1ª categoria 1,5 a 3m exclusive esgotamento/escoramento	M <sup>3</sup>	1,84	46,40	85,38
	Escavação manual vala/cava material de 1ª categoria, de 3 a 4,5m exclusive esgotamento/escoramento	M <sup>3</sup>	1,42	61,87	87,86
	Escavação manual vala/cava material de 1ª categoria 4,5 a 6m exclusive esgotamento/escoramento (areia argila ou piçarra)	M <sup>3</sup>	0,68	113,49	77,17
	Escavação vala não escor. de 4,5 a 6m prof.	M <sup>3</sup>	12,89	13,99	180,33

	c/escav. Hidr. 0,78m <sup>3</sup> mat 1ª cat c/pedras/inst prediais/outros redutores produtivo ou cavas fundação excl esgotamento				
--	--	--	--	--	--

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
06	MOVIMENTO DE TERRA E ROCHA – cont.				
	Escavação vala não escor. de 3 a 4,5m prof. c/escav. Hidr. 0,78M <sup>3</sup> mat 1ª cat. c/pedras/inst prediais/outros redutores produtivo ou cavas fundação excl esgotamento	M <sup>3</sup>	27,17	11,22	304,85
	Escavação vala não escor. de 1,5 a 3m prof c/escav hidraul 0,78 M <sup>3</sup> mat 1ª cat. c/pedras/inst prediais/outros redutores produtivo ou cavas fundação excl esgotamento.	M <sup>3</sup>	110,91	9,81	1.088,03
	Escavação vala n escorada c/escav hidraul 0,78 M <sup>3</sup> ate 1,5m prof. mat 1ª c/pedras/inst prediais/outros redutores produtivo ou cavas fundação excl esgotam	M <sup>3</sup>	51,41	8,54	439,04
	Escavação mecanizada de valas escoradas, solo de qualquer categoria, com lama ou embaço d'água, profundidade até 2,00 M	M <sup>3</sup>	9.880,55	9,78	96.631,78
	Escavação mecanizada de valas escoradas, solo de qualquer categoria em lama ou embaço d'água profundidade maior que 2,00 M até 4,00 M	M <sup>3</sup>	2.423,12	32,42	78.557,55
	Escavação mecanizada de valas escoradas, solo de qualquer categoria em lama ou embaço d'água exceto rocha profundidade maior que 4,00 M e até 6,00 M	M <sup>3</sup>	371,67	58,72	21.824,46
	Escavação de vala não escorada em material 1ª	M <sup>3</sup>	1.179,88	3,31	3.905,40

	categoria, profundidade até 1,5 M com escavadeira hidráulica 105 HP(capacidade de 0,78 M <sup>3</sup> ), sem esgotamento				
	Reaterro de vala/cava sem controle de compactação, utilizando retro-escavadeira e compactador vibratório com material reaproveitado	M <sup>3</sup>	3.118,21	7,77	24.228,49

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
06	MOVIMENTO DE TERRA E ROCHA – cont.				
	Escavação mecanizada de valas em lama executada entre as profundidades de 0 a 2,0 M	M <sup>3</sup>	1.230,72	7,15	8.799,65
	Escavação mecanizada de valas em lama executada entre as profundidades de 2 a 4,0 M	M <sup>3</sup>	784,09	8,19	6.421,68
	Escavação mecanizada de valas em lama executada entre as profundidades de 4 a 6,0 M	M <sup>3</sup>	26,49	10,67	282,60
	Compactação mecânica c/ controle do GC >=95% do PN (áreas) (c/moniveladora 140 HP e rolo compressor vibratório 80 HP)	M <sup>3</sup>	350,00	4,44	1.554,00
	Escavação de material de jazida 1ª cat. utilizando trator sobreesteiras 305 HP c/ lâmina (VU=10anos / 20.000H)	M <sup>3</sup>	1.514,06	5,71	8.649,60
	Compactação de valas, manualmente, sem controle de GC	M <sup>3</sup>	11.318,15	21,91	247.980,67
	Aquisição de material de jazida 1ª categoria para aterro	M <sup>3</sup>	8.945,84	8,76	78.365,56
	Total Item 06				739.248,39
07	TRANSPORTE DE SOLO, ROCHA E AGREGADOS				

	Transporte local com caminhão basculante 6 m3, rodovia pavimentada (para distancias superiores a 4 KM )	M <sup>3</sup> X KM	795.741,22	1,14	907.144,99
	Carga e descarga mecanizadas de entulho em caminhão basculante 6 M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	391,94	0,89	348,83
	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 5,0 M <sup>3</sup> /11T e pá carregadeira sobre pneus 105 HP cap. 1,72 M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	33.338,69	1,42	47.340,94
	Espalhamento de material de 1ª categoria com trator de esteira com 153 HP	M <sup>3</sup>	15.407,48	2,29	35.283,13
	Total Item 07				990.117,89
08	ESCORAMENTO PARA VALAS				
	Estrutura de escoramento tipo pontaleamento	M <sup>2</sup>	3.275,68	9,00	29.481,12

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
08	ESCORAMENTO PARA VALAS – cont.				
	Estrutura de escoramento contínua de valas em perfis metálicos e pranchada em chapa metálica de 1/2", espaçamento entre perfis menor ou igual a 1,50m	M <sup>2</sup>	14.757,93	56,41	832.494,83
	Escoramento metálico p/ valas, 4,00m<=h<=6,00m, com pranchas metálicas de 4,7 mm x 30 cm e longarinas e transversinas em perfis metálicos, reaproveitamento: 60 vezes	M <sup>2</sup>	29.439,40	51,92	1.528.493,65
	Total Item 08				2.390.469,60
09	ESGOTAMENTO				
	Esgotamento com moto-bomba autoescovante	H	3.438,24	5,61	19.288,53
	Rebaixamento de lençol freático com ponteiras filtrantes em valas	M	222,46	25,23	5.612,67
	Total Item 09				24.901,20
10	FUNDAÇÕES E				

ESTRUTURAS					
	Concreto não estrutural, consumo mínimo 150 kg/m <sup>3</sup> (1:4:5)	M <sup>3</sup>	3,28	216,58	710,38
	Armação de aço CA-50 - fornecimento e colocação	KG	1.950,96	6,50	12.681,24
	Cimbramento de madeira	M <sup>3</sup>	126,65	38,45	4.869,69
	Forma curva em chapa resinada E = 12 mm	M <sup>2</sup>	2,07	150,49	311,51
	Forma para estruturas de concreto (pilar, viga e laje) em chapa de madeira compensada plastificada, de 1,10 x 2,20, espessura = 17 mm, 10 utilizações. (fabricação, montagem e desmontagem - exclusive escoramento)	M <sup>2</sup>	389,67	29,45	11.475,78
	Concreto FCK = 40 MPA, incluindo fornecimento dos materiais, produção, lançamento, adensamento e cura	M <sup>3</sup>	82,39	560,35	46.167,24
	Concreto projetado FCK 40 MPA em camada de espessura média 3 cm	M <sup>2</sup>	111,58	25,21	2.812,93

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
10	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS – cont.				
	Concreto projetado FCK 40 MPA	M <sup>3</sup>	17,03	733,67	12.494,40
	Blocos de fundação em concreto armado para poços de visita com DN até 1,50 m, conforme projeto	UN	24,00	509,63	12.231,12
	Blocos de apoio da tubulação em concreto armado para diâmetros de 150 mm, conforme projeto	UN	30,00	128,11	3.843,30
	Blocos de apoio da tubulação em concreto armado para diâmetros de 200 mm, conforme projeto	UN	299,00	128,11	38.304,89
	Execução de estacas tubulares DN 10 cm, inclusive preenchimento posterior com concreto, inclusive cravação, corte e emendas.	M	3.950,00	116,64	460.728,00



	Total Item 10				606.630,49
11	CAIXAS, TAMPAS E POÇOS DE VISITA				
	Caixa para ligação predial de esgoto sanitário, pré-moldada de concreto armado, e = 0,07 m, seção interna de 0,40 x 0,54 m e 0,41 m <= h <= 0,80 m, sem fornecimento e assentamento de tampa	UN	659,00	156,43	103.086,46
	Caixa para ligação predial de esgoto sanitário, pré-moldada de concreto armado, e = 0,07 m, seção interna de 0,40 x 0,54 m e 0,81 m <= h <= 1,20 m, sem fornecimento e assentamento de tampa	UN	164,00	220,38	36.141,92
	Tampa de concreto armado 60x60x5cm para caixa	UN	881,00	19,39	17.082,59
	Assentamento de tampão de ferro fundido 600 mm	UN	172,00	56,06	9.642,32
	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15 MPA tipo C - escavação e confecção	UN	2,00	105,17	210,34

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
11	CAIXAS, TAMPAS E POÇOS DE VISITA – cont.				
	Execução de muro em alvenaria rebocada e pintada na cor padrão, apoiado em vigas e em estacas tubulares DN 10 cm a cada 3 m, exceto as estacas	M	98,66	263,04	25.951,53
	Fornecimento e assentamento de tampa de acesso ao poço de chegada (69x69) - grade injetada 38mmx38mmx38mm em resina estervinílica na cor cinza	UN	1,00	182,96	182,96

	Fornecimento e assentamento de tampa para remoção do cesto (79x99) - grade injetada 38mmx38mmx38mm em resina estervinílica na cor cinza	UN	1,00	373,25	373,25
	Fornecimento e assentamento de tampa para remoção das bombas (89x99) - grade injetada 38mmx38mmx38mm em resina estervinílica na cor cinza	UN	2,00	412,60	825,20
	Fornecimento e assentamento de tampa para acesso ao barrilete (69x69) - chapa 3mm em resina estervinílica	UN	1,00	385,54	385,54
	Execução de ala de lançamento, conforme projeto	UN		583,27	0,00
	Execução de caixa para torneira da água de serviço das elevatórias	UN	1,00	90,02	90,02
	Ponta seca	UN	39,00	101,76	3.968,64
	Poço de visita tipo 1, para $\varnothing < 300\text{mm}$ h < 2,5m e dn=0,60m, executado em solo firme não sujeito a inundação	UN	59,00	242,27	14.293,93
	Adicional de preço para acréscimo na altura de poço de visita tipo 1	M	132,31	146,55	19.390,03
	Poço de visita tipo 2, para $\varnothing \leq 300\text{mm}$ H > 2,50m e DN 1,20m, ou $\varnothing > 300\text{mm}$ para qualquer altura, executado em solo firme não sujeito a inundação	UN	25,00	758,27	18.956,75

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
11	CAIXAS, TAMPAS E POÇOS DE VISITA – cont.				
	Adicional de preço para acréscimo na altura de poço de visita tipo 2	M	29,28	304,54	8.916,93
	Poço de visita tipo 3 e 3A, para $\varnothing \leq 300\text{mm}$ H $\leq 2,50\text{m}$ e DN=0,60m, executado em local sujeito a inundação	UN	65,00	1.741,76	113.214,40

	Adicional de preço para acréscimo na altura de poço de visita tipo 3 e 3A	M	18,83	563,02	10.601,67
	Poço de visita tipo 4 e 4A, para $\varnothing \leq 300\text{mm}$ h > 2,50m e DN 1,20m, ou $\varnothing > 300\text{mm}$ para qualquer altura, executado em local sujeito a inundação	UN	23,00	2.823,61	64.943,03
	Adicional de preço para acréscimo na altura de poço de visita tipo 4 e 4A	M	57,05	621,52	35.457,72
	Total item 11				483.715,23
12	<b>DRENAGEM, CONTENÇÕES E REFORÇO DE SOLO</b>				
	Enrocamento manual, com arrumação do material	M <sup>3</sup>	1.377,07	162,43	223.677,48
	Melhoramento da capacidade de suporte do solo através da injeção de calda de cimento traço 150 kg/m <sup>3</sup> de solo	M <sup>3</sup>	4.488,00	29,09	130.555,92
	Tubo PVC corrugado rígido perfurado DN 75 para drenagem - fornecimento e instalação	M	1.994,71	18,00	35.904,78
	Tubo PVC corrugado rígido perfurado DN 100 para drenagem - fornecimento e instalação	M	1.196,83	24,88	29.777,13
	Tubo PVC corrugado rígido perfurado DN 150 para drenagem - fornecimento e instalação	M	797,88	39,99	31.907,22
	Total Item 12				451.822,53
13	<b>ASSENTAMENTO E MONTAGEM DE TUBULAÇÕES, PEÇAS, CONEXÕES, VÁLVULAS E APARELHOS</b>				
	Assentamento tubo PVC com junta elástica - DN 100 p/esgoto	M	235,00	3,31	777,85

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
13	ASSENTAMENTO E MONTAGEM DE TUBULAÇÕES, PEÇAS, CONEXÕES, VÁLVULAS E APARELHOS – cont.				
	Assentamento tubo PVC com junta elástica - DN	M	8.592,51	3,92	33.682,64

	150 p/esgoto				
	Assentamento tubo PVC com junta elástica - DN 200 p/esgoto	M	1.164,00	4,36	5.075,04
	Assentamento de tubo fofo com junta elástica - DN 200 - inclusive transporte	M	471,59	6,46	3.046,47
	Assentamento simples de tubos de fofo c/ junta elástica - DN 400 mm	M	150,27	11,93	1.792,72
	Fabricação e montagem de peças metálicas	Kg	272,82	11,24	3.066,50
	Montagens especiais em ferro fundido ou aço - qualquer diâmetro	Kg	2.303,92	4,11	9.469,11
	Total item 13				56.910,33
14	LEVANTAMENTO / DEMOLIÇÃO E RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS				
	Forma de madeira comum para fundações	M <sup>2</sup>	78,41	28,33	2.221,36
	Base de solo arenoso fino, compactação 100% proctor modificado	M <sup>3</sup>	491,28	10,38	5.099,49
	Imprimação de base de pavimentação com emulsão CM-30	M <sup>2</sup>	6.398,60	4,44	28.409,78
	Demolição de pavimentação asfáltica, exclusive transporte do material retirado	M <sup>3</sup>	318,63	24,50	7.806,44
	Demolição de concreto simples	M <sup>3</sup>	79,81	151,39	12.082,44
	Areia asfalto a quente (AAUQ) com CAP 50/70, incluso usinagem e aplicação, exclusive transporte	M3	320,13	548,18	175.488,86
	Levantamento de guia ou meio-fio pré-moldado	M	95,00	4,96	471,20
	Meio-fio e sarjeta conjugados de concreto 15 MPA, 30 cm base x 26 cm altura, com extrusora	M	908,14	22,47	20.405,91

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE SERVIÇOS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
14	LEVANTAMENTO / DEMOLIÇÃO E RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS – cont.				
	Retirada, limpeza e reassentamento de	M <sup>2</sup>	216,29	47,41	10.254,31

	paralelepípedo sobre colchão de pó de pedra espessura 10cm, rejuntado com betume e pedrisco, considerando aproveitamento do paralelepípedo				
	Total Item 14				262.239,78

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

ORÇAMENTO DE MATERIAIS – continuação					
ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
01	MATERIAL HIDRÁULICO				
	Tubo com flange e ponta fofo PN 10 L= 0,36 m DN 200 mm	PÇ	2,00	632,40	1.264,80
	Tubo com flange e ponta fofo PN 10 L= 4,85 m DN 200 mm	PÇ	1,00	2.543,26	2.543,26
	Tubo com flange e ponta fofo PN 10 L= 0,68 m DN 200 mm	PÇ	1,00	1.301,03	1.301,03
	Tubo com flange e ponta fofo PN 10 L= 1,95 m DN 200 mm	PÇ	3,00	1.724,86	5.174,58
	Tubo com flange e ponta fofo PN 10 L= 2,62 m DN 200 mm	PÇ	2,00	2.157,90	4.315,80
	Tubo de PVC DN 100 mm	M	16,00	16,30	260,80
	Tubo de PVC DN 50 mm	M	6,00	7,77	46,62
	Tubo de PVC soldável DN 25 mm	M	120,00	2,74	328,80
	Tubo ES PVC PB JE p/ ESG. DN 250 mm	M	78,00	58,68	4.577,04
	Tubo ES PVC PB JE p/ ESG. DN 400 mm	M	12,00	150,82	1.809,84
	Tubo ponta e bolsa integral NBR 15420 DN 150 mm	M	120,00	232,94	27.952,80
	Tubo ponta e bolsa integral NBR 15420 DN 200 mm	M	1.122,00	295,35	331.382,70
	Tubo ponta e bolsa integral NBR 15420 DN 400 mm	M	150,00	590,17	88.525,50
	Tubo PVC EB 644 p/ rede coleta ESG. JE DN 200 mm	M	1.248,86	34,42	42.985,76

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

	ORÇAMENTO DE MATERIAIS – continuação
--	--------------------------------------

ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO – R\$	PREÇO TOTAL – R\$
01	MATERIAL HIDRÁULICO – cont.				
	Tubo PVC EB 644 p/ rede coleta ESG. JE DN 100 mm	M	3.756,62	10,62	39.895,30
	Tubo PVC EB 644 p/ rede coleta ESG. JE DN 150 mm	M	8.197,01	22,27	182.547,41
	Tubo PVC rígido tipo esgoto L=0,30 m DN 75 mm	PÇ	2,00	10,10	20,20
	Válvula de retenção com portinhola única para esgoto sanitário e antigolpe de Aríete com flanges fofo PN 10 DN 200 mm	PÇ	2,00	4.362,43	8.724,86
	Total item 01				743.656,90

Quadro 5 – Orçamento Estimado (continuação)

Fonte: Autor, 2018

#### 4.6 Critérios de Julgamentos

Para avaliação das propostas serão analisados os critérios de melhor técnica e preço.

#### 4.7 Prazo, Local e Condições de Entrega

O serviço deverá ser executado em etapas, num tempo total de 3 anos. O local de realização dos serviços compreenderá a área do Bairro Vila Epitácio Cafeteira. Os projetos das redes de coletas e da estação de tratamento deverão ser entregues até 3 meses após a assinatura do contrato administrativo.

No 1º ano teremos: 1ª etapa – implantação da rede coletora da Av. do Encanador, da Av. 03, da Av. 04 e Av. 05; 2ª etapa – implantação da rede coletora da Av.06, da rua Dez, da rua nove, rua B e rua A; 3ª etapa – implantação da rede coletora da rua 8, da rua 7, da rua 6 e da rua 5.

No 2º ano teremos: 1ª etapa – implantação da rede coletora da rua 4, da rua 3, da rua 2, e da rua 1; 2ª etapa – implantação da Estação elevatória, do interceptor da Av. 07 e do interceptor da Av. do Encanador; 3ª etapa – implantação da Estação de Tratamento de Esgoto; 4ª etapa – realização das ligações prediais da Av. do Encanador, da Av. 03, da Av. 04 e da Av. 05.

No 3º ano teremos: 1ª etapa – realização das ligações prediais da Av. 06 e da Av. 07; 2ª etapa – realização de ligações prediais da rua dez, da rua nove, da rua B, da rua 8 e da rua 7; 3ª etapa – realização de ligações prediais da rua 6, da rua 5, da rua 4, da rua 3, da rua 2 e da rua 1; 4ª etapa – funcionamento da estação elevatória de esgoto e da estação de tratamento de esgoto.

#### 4.8 Obrigações das Partes

##### - Da contratada

- Executar os serviços firmados no contrato administrativo;
- Selecionar e contratar pessoal técnico qualificado para realização dos serviços;
- Realizar os pagamentos do pessoal contratado;
- Comprovar possui pessoal técnico qualificado para realização dos serviços;
- Comprovar possui equipamentos para execução dos serviços.

##### - Do contratante

- Acompanhar e fiscalizar a execução dos serviços;
- Aprovar as etapas finalizadas dos serviços;
- Realizar o pagamento ao contratado.

#### **4.9 Acompanhamento e Fiscalização**

Será designado um profissional do contratante e da contratada para acompanhamento e fiscalização. O profissional do contratante será responsável:

- Fiscalizar e exigir o fiel cumprimento do contrato;
- Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles julgados não satisfatórios;
- Exigir da contratada a modificação técnica de execução inadequada e a recomposição dos serviços não satisfatórios;
- Revisar, quando necessário, os projetos e as disposições técnicas, adaptando-os às situações específicas de local e momento;
- Verificar a adequabilidade dos recursos empregados pela contratada, acréscimos e melhorias necessários à execução dos serviços dentro dos prazos previstos;
- Receber e aprovar cada etapa finalizada.

#### **4.10 Pagamento**

O pagamento será na modalidade preço global. Os desembolsos ocorrerão por meio de parcelas após a conclusão e entrega de cada etapa.

#### **4.11 Subcontratação**

A contratada poderá repassar partes dos serviços à outra empresa, desde que a outra empresa possua profissionais qualificados e capacidade tecnológica para realizá-lo. Não sendo permitido mais de 40% de cada etapa.

#### **4.12 Sanções**

Pela inexecução total ou parcial das obrigações assumidas no contrato administrativo, verificando a gravidade e garantindo a ampla defesa, poderá aplicar-se a contratada as seguintes sanções:

- Advertência;
- Multa de 10% (dez por cento), sobre o valor não executado do contrato, nos casos que ensejarem sua rescisão determinada por ato unilateral e escrito do contratante;
- Suspensão temporária de participação em licitação e impedimento de contratar com o Estado e o Município, pelo prazo de até 02 (dois) anos, a critério da autoridade competente, segundo a natureza e gravidade da falta e/ou penalidades anteriores em caso de reincidência.
- Declaração de inidoneidade, para licitar ou contratar com a Administração Pública enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição ou até que seja promovida a reabilitação perante a própria autoridade que aplicou a penalidade.

#### **4.13 Informações Complementares**

A empresa contratada será responsável por quaisquer inconformidades apresentada aos serviços executados por um período de 2 anos após a entrega dos serviços. Durante o primeiro ano após a conclusão dos serviços a contratada permanecerá acompanhando a operação da estação elevatória e da estação de tratamento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas visitas em campo presenciou-se um ponto de lançamento de esgoto doméstico *in natura* no leito do rio Santo Antônio (UTM 23 9719351/599052). O lançamento era proveniente de uma tubulação que pela posição e relato de moradores correspondia de um grande conjunto residencial construído a 2 anos. Os moradores relataram também outros pontos de lançamento de esgoto *in natura*, mas não observados no momento das visitas.

O município de Paço do Lumiar é o que mais tem recebido projetos do Minha Casa, Minha Vida, aumentando a carga orgânica direcionada para a bacia do rio Santo Antônio. A proposta de intervenção no bairro Vila Epitácio Cafeteira contribuirá para que outros loteamentos e ocupações também possam ser beneficiados, tomando este projeto como modelo. A proposta de intervenção contribuirá para a saúde da bacia do rio Santo Antônio e para a saúde da população do bairro.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas. (2010). *Atlas do abastecimento de água*. Brasília: Atlas Brasil. Disponível em: <[www.atlas.ana.gov.br](http://www.atlas.ana.gov.br)>. Acesso em 13 de junho de 2017.

\_\_\_\_\_. *Programa de consolidação do pacto nacional pela gestão das águas - PROGESTÃO*. Disponível em: <[www.progestao.ana.gov.br](http://www.progestao.ana.gov.br)>. Acesso em 15 de setembro de 2017.

Anjos Neto, Sergio Pereira dos. (2006). *O Saneamento no Estado do Maranhão*. São Luís.

Araujo, Elienê Pontes De; Teles, Mércia Gabriely Linhares; Lago, Willinielsen Jackieline Santos. (2009). Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Natal, RN, Brasil, INPE.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2011). *NBR 12209: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários*. Rio de Janeiro. 53 p

Bandeira, Iris Celeste Nascimento (Org.). (2013). *Geodiversidade do Estado do Maranhão*. Teresina: CPRM. 294 p.

Brasil. (2012). *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2012*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

\_\_\_\_\_. (1997). *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRK Ambiental. (2017). *Sua unidade*. Disponível em: <[www.brkambiental.com.br/maranhao](http://www.brkambiental.com.br/maranhao)>. Acesso em 04 de julho de 2017.

Cammarota, M.C. (2011). *Notas de aula da disciplina Tratamento de Efluentes Líquidos*. Escola de Química/UFRJ.

Campos, José Roberto (Coord.). (1999). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: ABES. 464 p. Projeto PROSAB.

Cattony, Eduardo Bosco Mattos; Silva, Glória Maria Marinho. (2017). *Tratamento de águas residuárias*. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Fortaleza, CE.

Chernicharo, Carlos Augusto Lemos (Coord). (2001). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios*. Belo Horizonte: UFMG, 2001. [S.N]. Projeto PROSAB



Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. (2011). *Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

\_\_\_\_\_. (2006). *Resolução nº 375 de 29 de agosto de 2006*. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

Ferreira, Maria de Jesus. (2003). *Impactos ambientais recentes na área da bacia do rio Santo Antônio, Paço do Lumiar/MA*. Monografia: UFMA. 2003. 43f.

Florencio, Lourdinha; Bastos, Rafael Kopschitz Xavier; Aisse, Miguel Mansur (Coordenadores). (2006) *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*. Rio de Janeiro: ABES. 427 p. Projeto PROSAB.

Gonçalves, Ricardo Franci (Coord.). (2003). *Desinfecção de efluentes sanitários*. Rio de Janeiro: RiMa, ABES. 438 p. Projeto PROSAB.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2010). *Censo Demográfico, 2010*. Brasília: IBGE. Disponível em : <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 30 de junho de 2017.

Lima, Berthyer Peixoto. (2017). *Princípios e conceitos da gestão de recursos hídricos*. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Fortaleza, CE.

Maranhão. (2004). *Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004*. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão.

\_\_\_\_\_. (1992). *Lei nº 5.405, de 08 de abril de 1992*. Institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão.

\_\_\_\_\_. (2011). *Decreto nº 27.845, de 18 de novembro de 2011*. Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. (2012). *Decreto nº 28.008, de 30 de janeiro de 2012*. Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004 com relação às águas subterrâneas e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. (2016). Secretaria De Agricultura, Pecuária E Pesca. *Balanço 2016*. Disponível em : <[www.sagrима.ma.gov.br](http://www.sagrима.ma.gov.br)>. Acesso em 22 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. (2017). Comissão Central Permanente De Licitação – CCL. *Edital RDC Presencial nº 005/2017-CCL/MA – Processo Administrativo nº 51220/2017-CAEMA*.

Ministério Do Meio Ambiente. Secretaria De Recursos Hídricos. (2006). *Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental*. Brasília: MMA, 130 p.

Mota, Suetônio Bastos; Von Sperling, Marcos (Coordenadores). (2009). *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. Rio de Janeiro: ABES, 428 p. Projeto PROSAB.

Organização Mundial De Saúde. (1989). *Directrices sanitária sobre el uso de águas residuales em agricultura e aquicultura*. Genebra: OMS, 778 p.

Santos, José Sérgio dos. (2017). Drenagem urbana e noções básicas de irrigação e drenagem agrícola. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Fortaleza.

Secretaria Nacional De Saneamento Ambiental (Org.) (2008). *Esgotamento sanitário: processos de tratamento e reuso de esgotos*. Salvador: ReCESA, 179 p.

Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. (2017). *Série histórica*. Brasília: SNIS. Disponível em : <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em 28 de junho de 2017.

Sousa, Sergio Barreto de. (2001). Sistema aquífero da Ilha do Maranhão. *Anais XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*. Olinda, PE.

Superintendência Estadual Do Meio Ambiente Do Ceará. (2017). *Resolução COEMA nº 02 de 02 de fevereiro de 2017*. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.