

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EMILLY DA SILVA RESENDE  
LUCAS JADIEL RIBAS  
VICTOR HUGO OLIVEIRA SILVA**

**PROJETO CONCEITUAL DE SISTEMA EMERGENCIAL DE  
CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO TRÊS POÇOS  
EM VOLTA REDONDA – RJ**

**VOLTA REDONDA, RJ**

**2020**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PROJETO CONCEITUAL DE SISTEMA EMERGENCIAL DE  
CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO TRÊS POÇOS  
EM VOLTA REDONDA – RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do UniFOA como requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Alunos:

Emilly da Silva Resende

Lucas Jadiel Ribas

Victor Hugo Oliveira Silva

Orientador:

Prof. Me. Marcus Vinicius Faria de Araújo

**VOLTA REDONDA, RJ**



Fundação Oswaldo Aranha



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: PROJETO CONCEITUAL DE SISTEMA EMERGENCIAL DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUA NO BAIRRO TRÊS POÇOS EM VOLTA REDONDA – RJ.

Elaborado por Emily da Silva Resende, Matrícula 201510393; Victor Hugo Oliveira Silva, Matrícula 201520729; Lucas Jádriel Ribas, Matrícula 201711031

Apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Civil.

Aprovada em ..... 22 ..... de ..... Junho ..... de ..... 2024 .....

Banca examinadora

Professor Orientador

Prof. Me. Marcos Vinicius Faria de Araújo, UniFOA

Professor Avaliador

Prof.º Esp. Rogério Nogueira Pereira, UniFOA

Professor Avaliador

Prof. Me. José Marcos Rodrigues Filho, UniFOA

“[...] deveríamos ser lembrados pelas coisas que fazemos. Elas importam mais do que tudo. Mais do que aquilo que dizemos ou do que nossa aparência. As coisas que fazemos sobrevivem a nós. São como monumentos que as pessoas erguem em honra dos heróis depois que eles morrem. Como as pirâmides que os egípcios construía para homenagear os faraós. Só que, em vez de pedra, são feitas das lembranças que as pessoas têm de você. Por isso nossos feitos são nossos monumentos. Construídos com memórias em vez de pedra.”

“R. J. Palácio”

## DEDICATÓRIA

Aos residentes do bairro Três Poços.  
Compreendemos a constante luta por  
seus direitos.

## **AGRADECIMENTOS**

Por muitos outros motivos, mas, principalmente, pela força e inspiração, nosso melhor e maior agradecimento a Deus.

Aos familiares e amigos, o apoio e confiança de vocês foram fundamentais para que esse longo caminho fosse percorrido. Obrigado por todo o incentivo.

À instituição e ao curso de Engenharia Civil por nos proporcionar tamanha experiência no âmbito educacional. Nossa vida acadêmica não seria a mesma em outro lugar.

Todo o corpo docente nos agregou conhecimento e foi essencial, a destacar nosso coordenador, José Marcos Rodrigues Filho, e nossos professores Renato Donato Viana, Joice Andrade de Araújo e Rogério Nogueira Pereira, que não medem esforços com iniciativas em prol do nosso crescimento.

Professor Carlos Eduardo Teobaldo Alves, o senhor também foi de grande relevância para a realização desta monografia. Obrigado!

Agradecemos ainda, ao nosso orientador, Marcus Vinicius Faria de Araújo, por sua dedicação e paciência para que esse trabalho fosse concluído com êxito, além de todo ensinamento que nos foi passado ao longo desse período. Tens a nossa admiração.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta alternativa de captação e tratamento de água visando abastecimento emergencial de água potável à população residente do bairro Três Poços situado em Volta Redonda/RJ. O manancial alternativo proposto é a água subsuperficial caracterizada em 2016 para um empreendimento imobiliário no mesmo bairro. A proposta está baseada no fato de que o bairro localiza-se em final de rede de distribuição de água podendo ocorrer eventuais paralizações de fornecimento da mesma, o que, além de provocar incômodos e custos, agrega risco à população local em caso de eventual situação de incêndio concomitante à falta de abastecimento de água. Um projeto conceitual está apresentado, contemplando, desde a definição do processo de tratamento, conforme as características da água bruta do manancial alternativo proposto, até dimensionamento hidráulico sanitário das unidades de tratamento para fins potáveis. O conceito traz ainda sugestões quanto ao uso da rede de distribuição existente com entrada automática do sistema proposto injetando água potável diretamente na tubulação principal de abastecimento a partir de queda de pressão na rede. A partir de tais variáveis, será possível elaborar o conceito do sistema em questão, objetivando resultado alternativo que possa ser utilizado para benefício dos residentes do bairro, fornecendo este serviço fundamental que está ligado ao desenvolvimento. Em síntese, este trabalho pretende comprovar a necessidade de contar com esse sistema emergencial, tendo em vista que, para gerar condições mínimas de qualidade de vida à população, deve-se garantir os recursos básicos para tal.

**Palavras-chave:** Potabilidade. Tratamento de água. Sistema emergencial. Padrões de qualidade. Normas.

## **ABSTRACT**

The current project presents an alternative water capture and treatment with the objective of supply the population living at Três Poços in Volta Redonda/RJ. The source alternative proposed is the subsurface water characterized in 2016 for a real estate agency development in the same neighborhood. The proposal is based on the fact that the neighborhood is located at the end of the water's distribution, which, as well as leads in accidental system interruptions that can cause a lot of discomfort and costs in addition, add risks for the population if an eventual fire case happens in consequence of the lack of water. A concept project is presenting, contemplating, since the treatment process definitions according to the characteristics of the proposed alternative source raw water, and also the sanitary hydraulic dimensioning of treatment units for the potability. The concept still shows suggestions for the use in the existent distribution with the automatic water injection through the system proposed when there is a drop in pressure. From these variables, it will be possible to elaborate the total system concept, objectifying an alternative result which can be used to benefit the neighborhood residents, providing this basic service that is linked with development. In synthesis, this project intends to prove the necessity of an emergency system for these cases, showing that, to generate minimal conditions of population quality life, you must guarantee the basic resources.

**Keywords:** Potability. Water Treatment. Emergency system. Quality standards. Norms.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	Problema abordado.....	17
1.2	Justificativa .....	17
1.3	Estratégias de pesquisa .....	17
1.4	Etapas e estrutura da pesquisa .....	18
1.5	Objetivo geral .....	19
1.5.1	Objetivos Específicos .....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>
2.1	Importância da água .....	21
2.1.1	Água Subterrânea.....	23
2.2	Atual sistema de captação de Volta Redonda .....	24
2.3	Legislação pertinente .....	25
2.4	Importância de sistemas alternativos .....	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
3.1	Coleta de dados.....	28
3.2	Definição de parâmetros técnicos.....	31
3.3	Informações de projeto.....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
4.1	Memorial descritivo.....	33
4.1.1	Dados cadastrais do bairro.....	33
4.2	Informações sobre o manancial.....	35
4.2.1	Mapa demonstrativo do manancial .....	35
4.3	Características da água bruta .....	37
4.3.1	Vazão total.....	37
4.3.2	Vazão de projeto .....	39
4.3.3	Dados sobre a água bruta.....	39
4.4	Descrição do processo de tratamento proposto .....	40
4.5	Garantias do processo de tratamento proposto .....	41
4.6	Destino final dos resíduos sólidos .....	42
4.6.1	Resíduos do filtro de Zeólita.....	42
4.7	Memorial de cálculo .....	42
4.7.1	Tanque de solução de Hidróxido de Cálcio (Ca(OH) <sub>2</sub> ) à 10% (v/v) ..	42
4.7.2	Bomba dosadora de ajuste de pH .....	44

4.7.3	Filtros de Zeólita .....	45
4.7.4	Tanque de Lodo .....	46
4.7.5	Tanque de solução de Hipoclorito de Cálcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) à 10% .....	47
4.7.6	Bomba dosadora de Hipoclorito de Cálcio.....	49
4.7.7	Bombas da Elevatória .....	49
4.8	Estimativa de custos.....	50
4.9	Cronograma de execução .....	52
4.10	Modelo arquitetônico .....	55
5	LIMITAÇÕES.....	56
6	CONCLUSÃO.....	57
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fluxograma das etapas da pesquisa.....	18
<b>Figura 2</b> - Moradores de Três Poços fazem manifestação contra a falta de água....	22
<b>Figura 3</b> - Moradores de Três Poços ateiam fogo em madeira.....	22
<b>Figura 4</b> - Distribuição da água na Terra. ....	23
<b>Figura 5</b> - Sede SAAE Aterrado.....	25
<b>Figura 6</b> - Fachada do prédio da CEDAE. ....	27
<b>Figura 7</b> - Mapa do bairro Três Poços. ....	33
<b>Figura 8</b> - Mapa da localização do terreno. ....	34
<b>Figura 9</b> - Mapa do Brasil (localização do manancial). ....	35
<b>Figura 10</b> - Mapa do estado do Rio de Janeiro (localização do manancial alternativo). ....	36
<b>Figura 11</b> - Mapa da cidade de Volta Redonda (localização do manancial alternativo). ....	36
<b>Figura 12</b> - Mapa do bairro Três Poços (localização do manancial alternativo). ....	37
<b>Figura 13</b> - Fluxograma do tratamento proposto. ....	41
<b>Figura 14</b> - Tanque cilíndrico 350 litros fundo plano.....	43
<b>Figura 15</b> - Bomba dosadora Giromatic DQDG-100.....	44
<b>Figura 16</b> - Filtro de Zeólita 2-200m <sup>3</sup> /h. ....	45
<b>Figura 17</b> - Tanque cilíndrico 12000 litros fundo plano.....	47
<b>Figura 18</b> - Tanque cilíndrico 1000 litros fundo plano.....	48
<b>Figura 19</b> - Bomba 125-080-200 Mancalizada.....	50
<b>Figura 20</b> - Gráfico de Gantt do projeto. ....	54
<b>Figura 21</b> - Modelo tridimensional ETA emergencial. ....	55

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características físico-químicas, biológicas e bacteriológicas da água bruta.....	40
<b>Tabela 2</b> - Análise comparativa de índices de qualidade da água subterrânea.....	41
<b>Tabela 3</b> - Custo total de implantação. ....	51
<b>Tabela 4</b> - Detalhamento de tarefas.....	53

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b> - Coeficiente de Projeção Geométrica.....	38
<b>Equação 2</b> - Projeção Geométrica Populacional.....	38
<b>Equação 3</b> - Soma populacional total .....	38
<b>Equação 4</b> - Consumo Populacional.....	38
<b>Equação 5</b> - Vazão Total.....	39
<b>Equação 6</b> - Vazão de Projeto.....	39
<b>Equação 7</b> - Volume do Tanque de Solução de $\text{Ca(OH)}_2$ .....	42
<b>Equação 8</b> - Área dos filtros de Zeólita.....	45
<b>Equação 9</b> - Volume útil dos filtros de Zeólita.....	45
<b>Equação 10</b> - Vazão de Retrolavagem do Tanque de Lodo.....	46
<b>Equação 11</b> - Volume de Efluente de Retrolavagem do Tanque de Lodo.....	46
<b>Equação 12</b> - Volume do Tanque de Lodo .....	46
<b>Equação 13</b> - Volume do Tanque de $\text{Ca(OCl)}_2$ .....	48

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1 – Autorização VWA Serviços e Consultoria Ambiental Ltda.....</b>	<b>63</b>
-----------------------------------------------------------------------------	-----------

## LISTA DE SIGLAS

**ABAS** – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**°C** – Grau Celsius

**CEDAE** - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CSN** – Companhia Siderúrgica Nacional

**CV** – Cavalo-vapor

**DBO** – Demanda Biológica de Oxigênio

**e** - Exponencial

**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental

**ETA** – Estação de Tratamento de Água

**FUNASA** – Fundação Nacional da Saúde

**GM** – Gabinete do Ministro

**h** – Hora

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**INEA** - Instituto Estadual do Ambiente

**K** – Coeficiente de projeção geométrica

**K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>** – Coeficientes de variação de consumo

**L** – Litro

**L/h** – Litro por hora

**L/m<sup>3</sup>** - Litro por metro cúbico

**LM** – Lei Municipal

**Ln** – Logaritmo neperiano

**m** – Metro

**m.c.a** – Metro de coluna d'água

**m<sup>2</sup>** - Metro quadrado

**m<sup>3</sup>** - Metro cúbico

**m<sup>3</sup>/h** – Metro cúbico por hora

**m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h** – Metro cúbico por metro quadrado por hora

**m<sup>3</sup>/dia** – Metro cúbico por dia

**mg/L** – miligrama por litro

**ml** – Mililitro

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**MS** – Ministério da Saúde

**NBR** – Norma Brasileira

**NUDECON** – Núcleo de Defesa do Consumidor

**RJ** – Rio de Janeiro

**SAAE** – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

**SNGRH** – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**SP** – São Paulo

**PNRH** – Política Nacional de Recursos Hídricos

**FOA** – Fundação Oswaldo Aranha

**VR** – Volta Redonda

**P** – População

**P<sub>0</sub>, P<sub>2</sub>** – Populações nos anos t<sub>0</sub> e t<sub>2</sub>

**P<sub>t</sub>** – Projeção geométrica populacional

**PA** – Presença ou ausência

**t<sub>0</sub>, t<sub>2</sub>** – Ano inicial e final

**UFC** – Unidades formadoras de colônia

**V** – Volume

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Paz *et al.* (2016), a água é um bem necessário não somente à sobrevivência humana mas também fundamental ao desenvolvimento das populações, tendo em vista que, de certa forma, o grau de desenvolvimento de uma região está ligado à disponibilidade e distribuição de água tratada desta localidade, onde regiões mais desenvolvidas possuem melhor rede de distribuição e maior acesso ao saneamento por exemplo, em contraponto de regiões menos desenvolvidas, que, por consequência, possuem um acesso mais precário a estes serviços básicos.

A água é um recurso natural, portanto, não há uma igualdade de disponibilidade, e não somente devido ao fator desenvolvimento, mas também por motivos de localidade, onde se tem regiões não tão propensas a disponibilidade deste recurso, como por exemplo, em regiões mais secas (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Com isso, estações de tratamento tornam-se um ponto de partida da garantia do desenvolvimento urbano local.

A partir disso, um projeto conceitual de sistema de tratamento de água alternativo está proposto para o bairro Três Poços na cidade de Volta Redonda/RJ. Como consideração principal, está a utilização de água proveniente de poço profundo como alternativa emergencial em casos de eventual desabastecimento do sistema principal existente em Volta Redonda/RJ, que é a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Belmonte.

Costa (2019) destaca que a caracterização de uma água para fins potáveis é de fundamental importância para a eficiência de um sistema de tratamento. Por este motivo, utiliza-se no presente trabalho a caracterização físico-química, biológica e bacteriológica de água subsuperficial realizada por laboratório credenciado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) em 2016; coletada nas coordenadas 22° 29' 55.31" Sul 44° 02' 15.51" Oeste. Para fins de tratamento o conceito arbitrado é o de utilizar o reservatório subterrâneo natural e existente para captação direta sem necessidade de construção de tanque de acúmulo de água bruta, minimizando a ocupação de área construída no local.

## **1.1 Problema abordado**

Em uma localidade onde se apresenta precária a disponibilidade de um recurso tão importante à realização de tarefas indispensáveis no dia a dia, torna-se necessário o estudo de possíveis sistemas de prevenção para que a população tenha a seu alcance tais recursos para uma melhora na qualidade de vida. Diante desse panorama, é possível identificar o problema a ser abordado, que se resume em como criar um sistema emergencial alternativo de captação e tratamento de água, capaz de gerar equidade de distribuição e eficiência para a população da região quando necessário, tendo vistas a proposição de uma solução que minimize a perda do bem-estar social dos habitantes ali situados por falta de água tratada.

## **1.2 Justificativa**

O bairro Três Poços, localizado na Zona Leste de Volta Redonda, nos últimos anos, apresentou por diversas vezes, problemas relacionados diretamente ao desabastecimento de água potável proveniente da ETA da cidade, que se localiza no bairro Belmonte, situado na Zona Oeste. Aliado ao fato, tem-se em operação no bairro, uma empresa de biodiesel, a Cesbra Químicos e Soldas Ltda, que necessita de água para o combate a eventuais princípios de incêndio, além dos demais usos nos processos da usina. Devido a estes fatores, se torna importante um sistema emergencial alternativo de intervenção no local para prevenção de futuras situações relacionadas à falta de água e suas redes de distribuição, demonstrando assim a necessidade da garantia de serviços fundamentais aos cidadãos.

## **1.3 Estratégias de pesquisa**

Conforme Severino (2017), quanto à natureza, o presente trabalho é uma pesquisa aplicada, pois seu objetivo está relacionado à ampliação de conhecimento sobre potabilização de água, especificamente, no tratamento de água emergencial do bairro Três Poços em Volta Redonda/RJ.

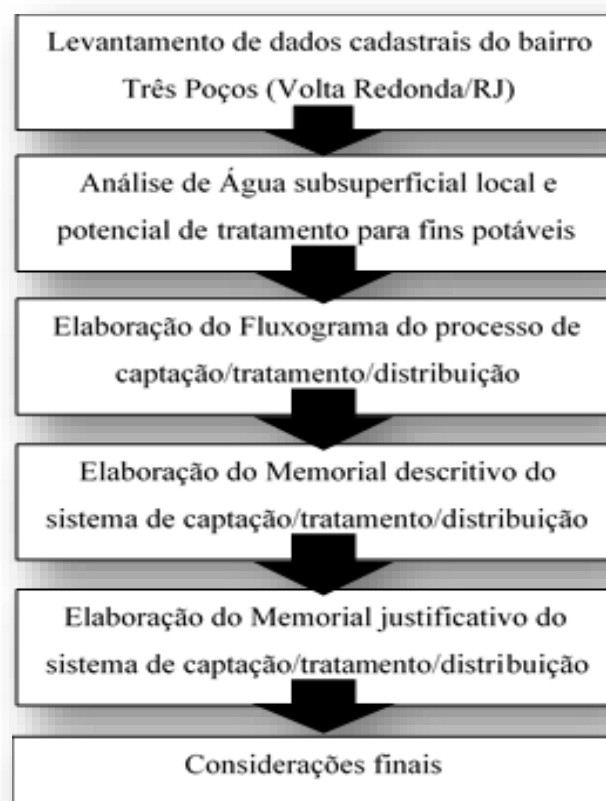
Segundo o mesmo autor, a pesquisa é normativa, uma vez que desenvolve um projeto hidráulico-sanitário de tratamento de água em conformidade com a Portaria da

Consolidação N° 5/2017 do Ministério da Saúde. Em termos de abordagem, a presente pesquisa é do tipo qualitativa pois abrange aspectos qualitativos e conceituais a respeito de eficiência de tratamento de água, além de indicar unidades que compõem um sistema que atenda à legislação em vigor a menores custos para a sociedade, evitando desabastecimento e contribuindo para aumentar a segurança do bairro em caso de incêndios.

#### 1.4 Etapas e estrutura da pesquisa

No presente trabalho, torna-se essencial a representação simplificada dos processos a serem realizados, levando em conta a importância da coleta de dados do local a ser avaliado, as análises obtidas através de estudos preliminares e elaboração de todo o memorial de cálculo para assim chegarmos as considerações finais.

As etapas da pesquisa estão mostradas na figura 1.



**Figura 1** – Fluxograma das etapas da pesquisa.

**Fonte:** Os autores, 2020.

Quanto à estrutura, este projeto conceitual está organizado da seguinte maneira:

O item 2 trata da revisão bibliográfica do trabalho, considerando como itens principais: a importância da água, água subterrânea, atual sistema de captação em Volta Redonda, legislação pertinente e a importância de sistemas alternativos.

Em seguida tem-se o item 3, referente a abordagem metodológica empregada na elaboração do presente trabalho e sua interação com diretrizes governamentais para apresentação de projetos de sistemas de captação, tratamento e distribuição de água.

O item 4 traz os resultados alcançados e as discussões decorrentes sob possível implementação do sistema, abordando o estudo do caso do bairro Três Poços (Volta Redonda/RJ), considerando os dados cadastrais daquela localidade, propondo arranjo quanto à captação de água, tratamento da mesma e distribuição utilizando a rede principal existente do SAAE/VR. Além disso, neste item tem-se a apresentação de memoriais descritivo e justificativo do sistema proposto.

Fica proposto em item 4.8, as estimativas de custos analisadas a partir da base de dados coletados e seus respectivos cálculos de vazão, volume e dimensões para interesse de fornecedor, referente aos tanques, filtros e bombas do sistema pertencentes ao projeto.

Por fim, a partir do item 4.9, tem-se todo o cronograma idealizado, estabelecido diante de princípios de necessidade, segurança e custos de projeto, seguido de um exemplo de um modelo tridimensional para a ETA emergencial, além ainda das considerações finais e limitações, ressaltando a necessidade de se elaborar um projeto executivo antes de uma eventual licitação de obras para a implantação do sistema projetado.

## **1.5 Objetivo geral**

Propor e elaborar, a partir do estudo das melhores condições e visando a melhor disponibilidade distributiva, um projeto de sistema alternativo eficiente, com foco em processos preventivos à falta de água, a fim de realizar, de forma justa, a captação e tratamento de água potável para a população do bairro Três Poços em

Volta Redonda, quando preciso, objetivando através disso, a instalação de uma possível ETA como medida emergencial para a solução do problema da falta de água, tendo em consideração que a atual estação de tratamento da cidade tem encontrado problemas para suprir toda a demanda necessária à população do bairro, que se encontra no fim da rede de distribuição.

### **1.5.1 Objetivos Específicos**

- Definir e caracterizar manancial alternativo para captação de água com vistas a potabilização e distribuição, de forma emergencial, para o bairro Três Poços em Volta Redonda;
- Propor solução conceitual de engenharia com a definição das etapas de tratamento da água para fins potáveis;
- Elaborar uma estimativa de custos e detalhamento de tarefas de implantação e operação, além da manutenção do sistema projetado;
- Desenvolver modelo arquitetônico tridimensional simplificado do projeto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Importância da água

A água, segundo Bacci e Pataca (2008), possui papel essencial como fonte de sobrevivência e desenvolvimento, e, falar sobre este assunto é falar diretamente sobre conservação e equilíbrio de biodiversidade e das diferentes relações coexistentes dos seres vivos e do meio natural.

A presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações. Nosso planeta não teria se transformado em ambiente apropriado para a vida sem a água. Desde a sua origem, os elementos hidrogênio e oxigênio se combinaram para dar origem ao elemento-chave da existência da vida (BACCI; PATACA, 2008).

É ressaltado ainda, que, atualmente, este recurso passou a ser visto somente como recurso hídrico e não como um bem natural necessário, sendo utilizado indiscriminadamente, sem paralelo às possíveis consequências ambientais desse uso desenfreado. Diante disso, é visível o atual cenário de escassez em determinadas regiões somadas ao aumento populacional, que acarreta maior ocupação do solo, além ainda de outros fatores ligados a poluição e contaminação dos corpos de águas superficiais e subterrâneos.

Ainda conforme as autoras, existe agressiva exploração dos recursos naturais, dentre estes, a água, o que resulta em graves crises socioambientais, trazendo grande ameaça ao desenvolvimento de diversas populações globais no contexto geral deste século.

Crise essa embasada numa multiplicidade de aspectos - sociais, econômicos, culturais, tecnológicos e ambientais - retratados no aumento da pobreza, na falta de saneamento básico, na poluição dos rios e aquíferos, na derrubada das matas, na expansão agropecuária, na urbanização e industrialização, na ocupação das áreas de mananciais, na má gestão dos recursos hídricos disponíveis. Crise deflagrada pela visão de mundo centrada no utilitarismo dos bens naturais, a qual é descrita por diversos autores, dentre eles, Soffiati (1992), Grün (1996), Carvalho (2004), Loureiro (2004), Guimarães (2004, 2006) e no modo de desenvolvimento escolhido pela sociedade e suas relações atuais com o ambiente (Jacobi, 1999, 2005) (BACCI; PATACA, 2008).

As figuras 2 e 3 mostram manifestações organizadas pela população do bairro Três Poços em decorrência da falta de água.



**Figura 2** - Moradores de Três Poços fazem manifestação contra a falta de água.

**Fonte:** Diário do Vale, 2017.

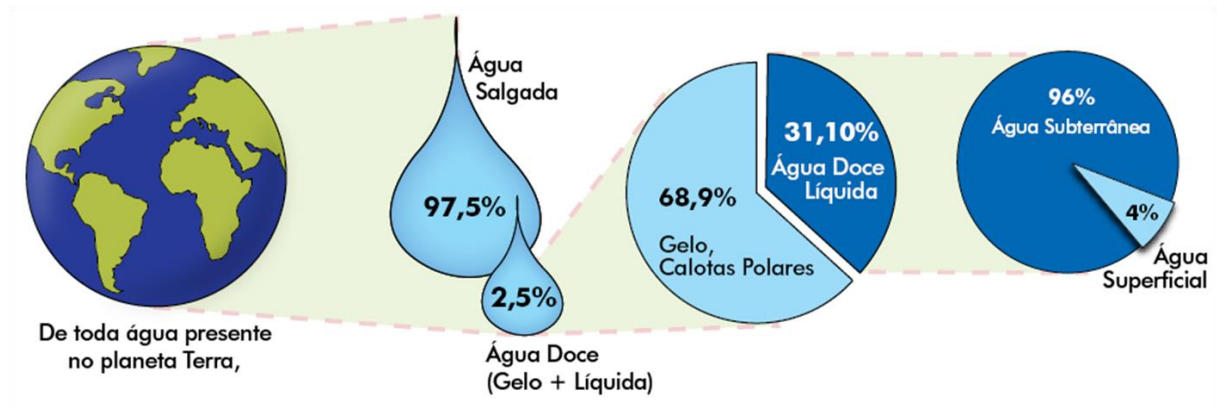


**Figura 3** - Moradores de Três Poços ateam fogo em madeira.

**Fonte:** Foco Regional, 2017.

### 2.1.1 Água Subterrânea

Toda água que ocorre sob a superfície da Terra, preenchendo vazios intragranulares de rochas sedimentares e fissuras, falhas e fraturas de rochas compactas, é considerada água subterrânea (ABAS, 2010). Essas águas são responsáveis por garantir a sobrevivência de grande parte da população mundial, já que, de toda a água doce disponível, 96% provém da água subterrânea (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007). Os gráficos percentuais representados pela figura 4 denotam esse fator de relevância das águas subterrâneas.



**Figura 4** - Distribuição da água na Terra.

**Fonte:** Ministério do Meio Ambiente, 2007.

Ainda de acordo com o MMA (2007), as águas subterrâneas têm ganhado mais importância à medida que a qualidade das águas superficiais é degradada e, além disso, possuem diversas vantagens, como: padrão elevado de qualidade físico-química e bacteriológica por ser mais protegida de poluição e contaminação; maior quantidade, já que são menos afetadas por períodos de estiagem; permite uma distribuição setorizada (próxima ao local de uso); custos de implantação de poços inferiores (se comparados à captação de água superficial); possibilidade de serem ampliados de acordo com a demanda e impactos ambientais consideravelmente pequenos.

As desvantagens também existem, e Feitosa e Manoel Filho (1997) apontam que a renovação das águas subterrâneas não acontece na mesma velocidade com que são extraídas, o que resulta na exploração de parte de reservas permanentes

gerando risco de exaustão, maior consumo de energia elétrica para seu bombeamento e que, apesar de menos vulneráveis a poluição, a detecção de um contaminante não ocorre de forma imediata em um modo geral, o que pode acarretar situação irreversível do aquífero.

## **2.2 Atual sistema de captação de Volta Redonda**

A captação e distribuição de água na cidade, atualmente, é encargo de uma autarquia – “Serviço autônomo criado por lei, com personalidade jurídica de direito público, patrimônio e receita próprios, para executar atividades típicas da Administração Pública, que requeiram para seu melhor funcionamento gestão administrativa e financeira descentralizada” (Decreto-Lei nº 239 de 21.07.75). – Da Prefeitura Municipal de Volta Redonda, o SAAE, que está localizado, desde a sua inauguração, em 1973, na Avenida Lucas Evangelista, nº 443, bairro Aterrado, Volta Redonda.

Este foi criado em 19 de dezembro de 1967, iniciando suas atividades com o intuito de operar a ETA Santa Rita, atendendo 20% da demanda da cidade e utilizando parte da ETA-CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) que era responsável pelos outros 80% do abastecimento. No ano de 1979, foi inaugurada a ETA Belmonte, que tinha capacidade de 390L/s, ampliada para 1000L/s em 1984, e para 2000L/s em 2001, tendo capacidade média atual de 1300L/s. Em meados de 2013 ocorreu reforma administrativa, que proporcionou melhoria e qualidade aos servidores, e como resultado, acarretou em melhores condições de atendimento. (SAAE, 2020).

Em suma, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), no município de Volta Redonda, fica responsável por todo o abastecimento e tratamento do município, o que pode resultar em possíveis quedas no abastecimento em regiões consideradas no fim da rede distributiva, destacando assim, a relevância de um sistema cujo objetivo é suprir a distribuição em situações adversas, evitando problemas diretos ocasionados pelo desabastecimento local. É possível visualizar a fachada do SAAE Aterrado através da figura 5.



**Figura 5** - Sede SAAE Aterrado.

**Fonte:** Informa Cidade, 2019.

### **2.3 Legislação pertinente**

Sobre a elaboração de projeto para estação de tratamento de água potável para abastecimento público, temos a NBR 12216 (1992), que fixa as condições exigidas para tal.

Inclusa na legislação pertinente, há também, a Lei nº 9433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Esta lei considera uma administração descentralizada e a participação do Poder Público, bem como da sociedade na gestão e planejamento dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A resolução CONAMA 357 (2005) aborda a obrigação de metas (intermediárias e final) de melhoria da qualidade da água, ações de regência do uso de recursos hídricos, como outorga e cobrança, e o enquadramento e licenciamento ambiental no caso de corpos d'água usufruídos por populações para seu suprimento.

Já a CONAMA 396 aborda o enquadramento de águas subterrâneas, bem como sua prevenção e controle de poluição. Para tal, a resolução se divide em: classificação, padrões de qualidade, diretrizes ambientais sobre poluição e sobre o enquadramento das águas subterrâneas (CONAMA 396/2008).

O controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, que devem ser articulados junto às Secretarias de Saúde e os Municípios, assim como seu Padrão de Potabilidade, estão descritos na Portaria da Consolidação nº 5 do MS (2017), englobando ainda a Portaria 2914 (2011) que se refere à água proveniente de sistema de solução alternativa para o abastecimento de água.

Ainda segundo o Ministério da Saúde (2017), o responsável por um sistema ou solução alternativa de abastecimento tem as seguintes obrigações: exercer e manter o controle de qualidade da água, exigindo, quando necessário, laudos de atendimento dos requisitos de saúde junto aos fornecedores; garantir a operação e manutenção das devidas instalações; encaminhar relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais referentes ao controle de qualidade à autoridade de saúde pública, além de monitorar essa qualidade no ponto de captação e informar os órgãos ambientais sobre qualquer alteração.

#### **2.4 Importância de sistemas alternativos**

Com o objetivo de mostrar a relevância de uma opção suplementar para a distribuição de água, foram abordadas duas notícias que evidenciam tal questão e corroboram para a justificativa do projeto.

A primeira compreende a circunstância de interrupção de captação no manancial comumente utilizado: no ano de 2008, a empresa Servatis, sediada em Resende, foi multada em R\$33 milhões pelo vazamento de Endulsofan (um inseticida de grande toxicidade) no Rio Pirapetinga, que é um afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul. Isso foi confirmado através de relatório, emitido pela empresa, admitindo o vazamento de 7990 litros do agrotóxico.

Devido ao desastre, municípios que captavam água do Rio Paraíba do Sul para tratamento e posterior distribuição para consumo, foram forçados a cessar com a captação. (Contaminação no rio Paraíba do Sul, RJ: Servatis é multada em R\$33 milhões).

Na segunda notícia, há o apontamento de um fato mais comum, o lapso na distribuição de água, porém em um cenário totalmente novo para a população: pelo menos 475 denúncias de falta d'água, em 14 municípios do estado do Rio, foram

recebidas pela Ouvidoria-geral da instituição do Núcleo de Defesa do Consumidor (Nudecon) entre os dias 18 e 23 de março, sendo que, no dia 11 de março, uma pandemia do novo Coronavírus foi declarada pela Organização Mundial da Saúde. Tais denúncias foram repassadas à Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), por meio de relatório. (Coronavírus: Defensoria do Rio recebe 475 denúncias de falta de água no Rio).

As notícias mencionadas acima, além de mostrar a importância de um sistema alternativo, em se tratando de água, denotam que esse projeto não se limita ao bairro escolhido, podendo ser implantado nas mais diversas localidades, a exemplo da última notícia citada, onde nos mostra que até mesmo grandes polos de distribuição estão sujeitos a esse tipo de incidente, quando reféns de um único sistema de tratamento.

A figura 6 mostra a fachada do prédio da CEDAE situado na cidade do Rio de Janeiro.



**Figura 6** - Fachada do prédio da CEDAE.

**Fonte:** O Globo, 2020.

### 3 METODOLOGIA

O projeto conceitual tem como base a captação de água, sua adução e ainda a distribuição em caso emergencial para o bairro Três Poços. Neste capítulo, serão apresentados os processos que contemplam as iniciativas referentes aos informativos sobre a população residente, considerando as características e dados coletados do bairro analisado, além da definição dos parâmetros técnicos e informações gerais de projeto.

#### 3.1 Coleta de dados

A partir de informações obtidas diretamente do censo IBGE, dos anos de 1990 e 2010, e de notícias direcionadas ao bairro a respeito, sobre um condomínio ali existente, foi possível alcançar, no item 4.3.1, utilizando o modelo de projeção geométrica populacional sugerido pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), em seu Manual de Saneamento (2015), a média estimada de residentes para o ano de 2030 no bairro estudado. Para isso, foram utilizadas as fórmulas 1 e 2.

**Fórmula 1** - Coeficiente de Projeção Geométrica

$$K = \frac{(\ln P_2 - \ln P_0)}{(t_2 - t_0)}$$

**Fórmula 2** - Projeção Geométrica Populacional

$$P_t = P_0 \times e^{(K \times (t_2 - t_0))}$$

Há ainda, que se levar em conta, outros empreendimentos que possam aumentar significativamente a população, assim, resultando em uma população total maior do que a estimada anteriormente através da fórmula 2.

**Fórmula 3** - Soma populacional total

$$P_{total} = P + P_{condomínio}$$

Após cálculo da população total, faz-se o consumo populacional, que se dá através da multiplicação da população total pela quantidade considerada de água

consumida por uma pessoa em um dia segundo Tabela 3 da NBR 13969/97. Esse consumo é dado em metros cúbicos por dia (m<sup>3</sup>/dia).

**Fórmula 4 - Consumo Populacional**

$$\textit{Consumo Populacional} = P_{total} \times \textit{Consumo per capita/dia}$$

Somando o consumo populacional com o consumo previsto para a indústria e a universidade ali situada, obtém-se a vazão total para cálculos futuros.

**Fórmula 5 - Vazão Total**

$$\textit{Vazão}_{total} = \textit{Consumo Populacional} + \textit{Consumo Indústria} + \textit{Consumo UniFOA}$$

É necessário ainda, calcular a vazão de projeto para dimensionamento dos equipamentos necessários ao sistema, que resulta da multiplicação de dois coeficientes de variação de consumo, denominados K1 e K2, pela vazão total por dia. Como essa vazão precisa estar em m<sup>3</sup>/h, será considerado valor igual a 24 horas.

**Fórmula 6 - Vazão de Projeto**

$$\textit{Vazão}_{projeto} = \left( \frac{\textit{Vazão}_{total}}{24h} \right) \times K_1 \times K_2$$

A partir da vazão de projeto estabelecida, iniciam-se os cálculos para dimensionamento dos equipamentos que serão utilizados, posteriormente detalhados e explicados em item 4.7.

Para o cálculo do volume do tanque de solução de Hidróxido de Cálcio, a fórmula 7 foi a utilizada. Multiplicando vazão de projeto (m<sup>3</sup>/h), relação teórica de dosagem (L/m<sup>3</sup>) e tempo de residência (h), o resultado será em litros (L).

**Fórmula 7 - Volume do Tanque de Solução de Ca(OH)<sub>2</sub>**

$$\textit{Volume} = \textit{Vazão}_{projeto} \times \textit{Relação Teórica de Dosagem} \times \textit{Tempo de Residência}$$

Para os filtros de Zeólita, é necessário estipular um valor para sua área e seu volume útil (fórmulas 8 e 9).

Na primeira fórmula, divide-se o valor da vazão de projeto por uma taxa de filtração considerada no item 4.7.3, sendo dada em metros cúbicos por metros quadrados por hora ( $m^3/m^2/h$ ). Por consequência, o resultado será em metros quadrados ( $m^2$ ).

Já para o volume útil, é multiplicada a vazão de projeto pelo tempo de residência também estimado no item 4.7.3. O resultado é dado em metros cúbicos ( $m^3$ ).

**Fórmula 8** - Área dos filtros de Zeólita

$$\text{Área} = \frac{\text{Vazão}_{\text{projeto}}}{\text{Taxa de Filtração}}$$

**Fórmula 9** - Volume útil dos filtros de Zeólita

$$\text{Volume}_{\text{útil}} = \text{Vazão}_{\text{projeto}} \times \text{Tempo de Residência}$$

As fórmulas 10, 11 e 12 correspondem ao tanque de lodo. Para resultados que ocasionem na escolha do mesmo, é necessário considerar sua vazão de retrolavagem, bem como seu volume de efluente e volume do tanque de armazenamento.

A vazão é um resultado da multiplicação por 1,2, sendo um valor já considerado na fórmula, e a vazão de filtração, que é igual a vazão de projeto. Seu resultado, então, será em  $m^3/h$ .

**Fórmula 10** - Vazão de Retrolavagem do Tanque de Lodo

$$\text{Vazão}_{\text{retrolavagem}} = 1,2 \times \text{Vazão}_{\text{filtração}}$$

Multiplicando o valor resultante da fórmula 10 pelo tempo de retrolavagem, em horas, tem-se o volume de efluente de retrolavagem.

**Fórmula 11** - Volume de Efluente de Retrolavagem do Tanque de Lodo

$$\text{Volume de Efluente}_{\text{retrolavagem}} = \text{Vazão}_{\text{retrolavagem}} \times \text{Tempo}_{\text{retrolavagem}}$$

Referente à fórmula 12, o volume do tanque de armazenamento de lodo resultará do volume de efluente vezes a quantidade de retrolavagens consideradas por dia.

**Fórmula 12** - Volume do Tanque de Lodo

$$\begin{aligned} & \textit{Volume do Tq. de Armazen.} \\ & = \textit{Volume de Efluente} \times \textit{Qtd. de Retrolavagens/dia} \end{aligned}$$

Por último, a multiplicação dos itens descritos resultará no volume previsto para o tanque de solução de Hipoclorito de Cálcio, tornando possível a escolha do mesmo junto ao fornecedor.

**Fórmula 13** - Volume do Tanque de  $\text{Ca(OCl)}_2$

$$\textit{Volume} = \textit{Vazão} \times \textit{Relação Teórica de Dosagem} \times \textit{Tempo de Residência}$$

Junto aos cálculos, foram inseridos dados coletados em pesquisa direcionada ao manancial escolhido, realizadas em laboratório credenciado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), denominado AMPRO Laboratórios, situado em Lorena/SP, e, disponibilizadas pela VWA Serviços e Consultoria Ambiental a partir de declaração constante na seção de Anexos do presente trabalho.

### **3.2 Definição de parâmetros técnicos**

- a) População de projeto;
- b) Taxa de crescimento da população;
- c) Coeficientes de variação de consumo;
- d) Demanda de água ou vazão de projeto (já que para a determinação dessas vazões é necessário conhecer a demanda de água da comunidade).

### **3.3 Informações de projeto**

O Manual de Saneamento da FUNASA (2015) menciona alguns fatores relevantes para a escolha de uma alternativa para abastecimento de água, dentre

elas, as abordadas nesse trabalho são: o porte da região a ser atendida; instalações existentes; densidade demográfica e definição de manancial.

Será detalhado, para fins de maior representação, o fluxograma do processo de captação e tratamento estabelecido, conforme as necessidades da água bruta; o memorial descritivo do sistema idealizado, a partir de análise dos principais dados disponíveis do bairro em questão; o memorial justificativo, considerando a legislação vigente; e por fim, o memorial de cálculo, com o objetivo de dimensionar os equipamentos necessários ao sistema, com estimativa de custos de implantação e detalhamento de tarefas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos fatos abordados, para melhor resultado, este projeto considera a hipótese de autorização por parte do órgão ambiental emissor da Outorga de Uso da Água Subsuperficial considerada e que, por esse motivo, nos próximos itens do presente capítulo serão abordadas as partes que constituem o projeto conceitual definido. Tem-se ainda, como parte fundamental, a descrição de todo o processo de tratamento e distribuição da estação, demonstrando, posteriormente, as possíveis garantias da melhora da qualidade da água bruta para fins de distribuição devido ao processo de tratamento.

### 4.1 Memorial descritivo

#### 4.1.1 Dados cadastrais do bairro

Três Poços é um bairro do município de Volta Redonda, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Localizado na divisa com Pinheiral, o bairro, que possui 4.898 habitantes (IBGE, 2010), é caracterizado como bairro residencial, sendo ainda sede do maior Campus do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA).

É possível ver o mapa representativo do bairro na figura 7.



**Figura 7** - Mapa do bairro Três Poços.

Fonte: Google Earth, 2020.

Ressalta-se que, para esse tipo de sistema, que é baseado de acordo com a demanda e consumo de uma região, é importante realizar a coleta de dados disponíveis, referentes à população local, objetivando a realização dos cálculos necessários de vazão em um determinado período arbitrado, para que assim seja feito o dimensionamento de todos os equipamentos necessários ao sistema. Este projeto de tratamento de água alternativo, em específico, deverá ser implantado em terreno dentro de área urbana já consolidada, com capacidade para suprir todos os consumidores do bairro por período adotado de até 10 anos em casos emergenciais.

A população de Três Poços, recenseada em 1990 e 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por população residente, situação de domicílio, sexo e grupos de idade, era de, 4420 e 4898 habitantes, respectivamente. Devido à ausência de dados mais atualizados sobre a população do bairro, será feito em item posterior (4.3.1), o cálculo para determinação da população de 2030, com base no modelo de projeção geométrica populacional (FUNASA, 2015), além ainda, dos cálculos da vazão para dimensões de projeto. O local do bairro, onde está situado suposto terreno para idealização do projeto construtivo, posicionado acima do manancial, está delimitado e com área calculada de 4000 m<sup>2</sup> via *Google Earth* na figura 8.



**Figura 8** - Mapa da localização do terreno.

**Fonte:** Google Earth, 2020.

## 4.2 Informações sobre o manancial

O manancial escolhido como alternativa em casos de emergência é a água subterrânea prospectada em 2016 pela empresa privada AMPRO Laboratórios a partir de perfuração do poço situado, na época, no próprio bairro, nas coordenadas: 22° 29' 55.31" Sul 44° 02' 15.51" Oeste. Com isso, foi possível analisar, através de concepção de tratamento, a necessidade do tratamento da água bruta destinado ao ajuste de pH, remoção de ferro e manganês, além da necessidade de desinfecção, para assim termos o resultado final próprio à distribuição. Dito isso, torna-se importante ressaltar ainda que, antes de qualquer eventual perfuração do poço, é necessário solicitar ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) a outorga para a realização do processo.

### 4.2.1 Mapa demonstrativo do manancial

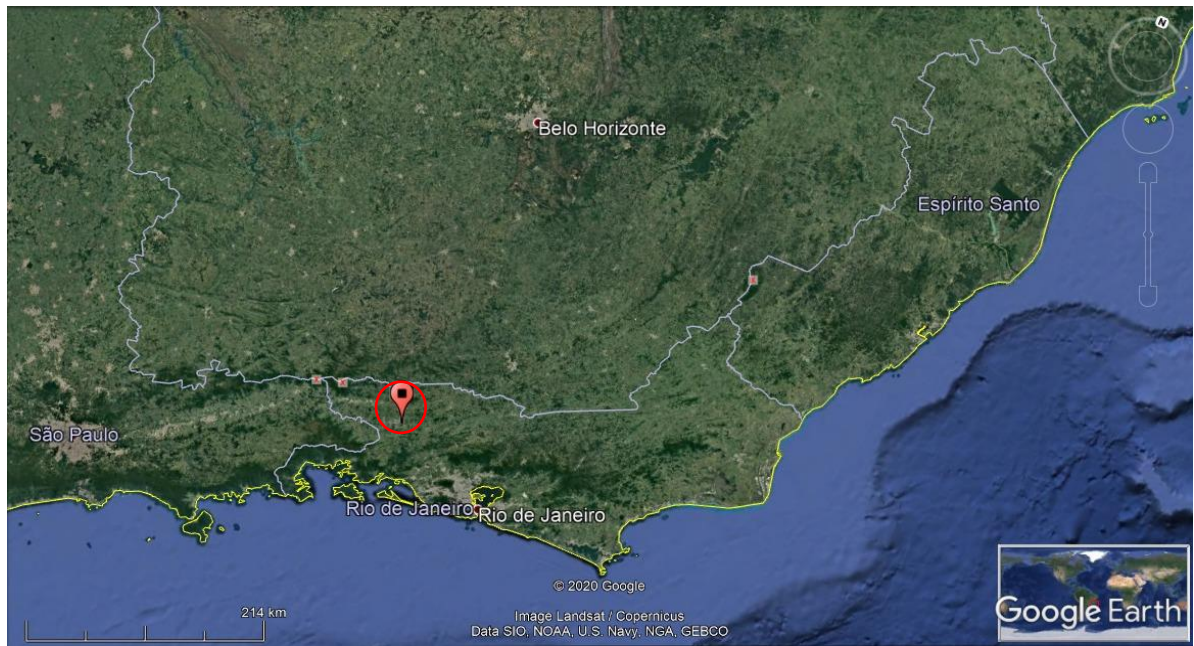
Na busca por melhor representação visual, tem-se à disposição a localização do poço profundo, delimitada pelas figuras 9 a 12. A figura 9 mostra a localização do manancial considerando o país.



**Figura 9** - Mapa do Brasil (localização do manancial).

**Fonte:** Google Earth, 2020.

A figura 10 mostra o manancial escolhido no estado do Rio de Janeiro.



**Figura 10** - Mapa do estado do Rio de Janeiro (localização do manancial alternativo).

**Fonte:** Google Earth, 2020.

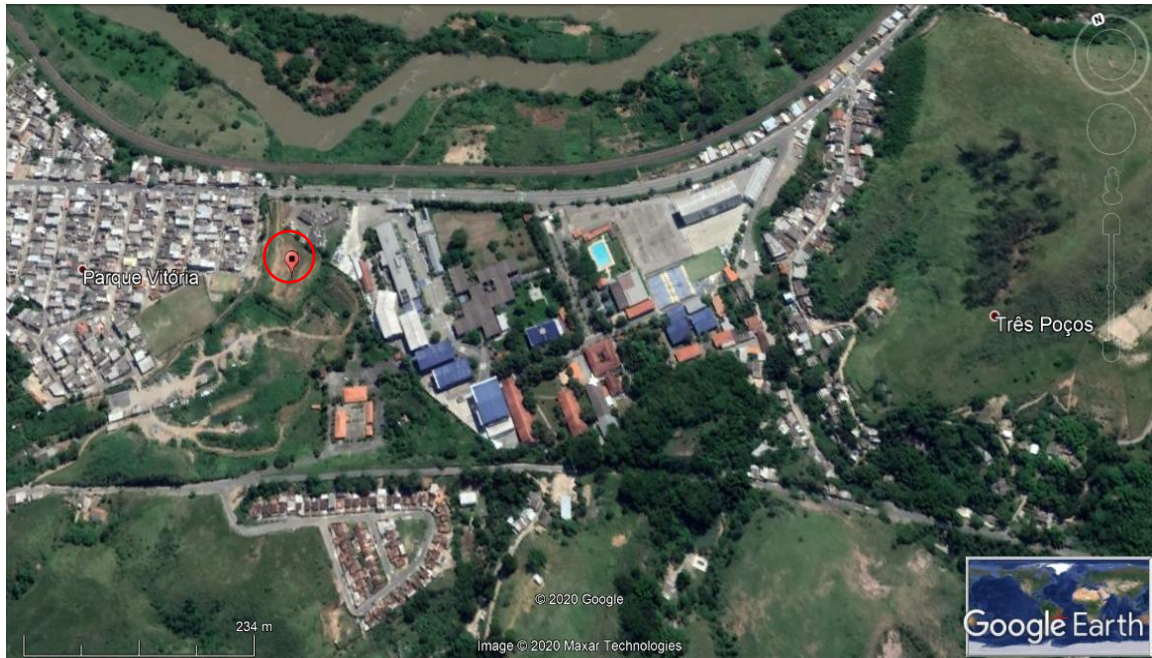
Em seguida, na figura 11, é possível ver a localização do manancial em relação à cidade de Volta Redonda.



**Figura 11** - Mapa da cidade de Volta Redonda (localização do manancial alternativo).

**Fonte:** Google Earth, 2020.

A localização exata do manancial escolhido para criação de sistema, considerando o bairro Três Poços em Volta Redonda, é mostrada na figura 12.



**Figura 12** - Mapa do bairro Três Poços (localização do manancial alternativo).

**Fonte:** Google Earth, 2020.

### 4.3 Características da água bruta

#### 4.3.1 Vazão total

Tomando por base os dados cadastrais do bairro onde será realizado o empreendimento, coletados diretamente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre população residente em 1990 e 2010, além ainda de referências bibliográficas sobre contribuição per capita de água conforme tabela 3 da NBR 13969/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a vazão total foi determinada do seguinte modo:

##### - Projeção geométrica populacional:

Primeiramente, foi realizado por meio de projeção geométrica, o cálculo da população média estimada para o bairro Três Poços no ano de 2030, tomando por base a estimativa de projeção para até 10 anos de utilização de forma emergencial, através das equações 1 e 2, respectivamente.

$$K = \frac{(\ln 4898 - \ln 4420)}{(2010 - 1990)} \therefore K = 0,00513436312$$

**(eq. 1)**

$$P_{2030} = 4420 \times e^{0,00513436312 \times (2030 - 1990)} \therefore P \cong 5430 \text{ habitantes}$$

**(eq. 2)**

Leva-se ainda em consideração, para cálculo de projeção, o residencial “minha casa, minha vida”, finalizado em meados de 2015 no bairro, que abrange 30 blocos e 480 apartamentos. Com isso, será então, adicionado sobre valor final populacional estimado, a quantia de 2000 residentes, equivalente a capacidade máxima, do condomínio ali situado, retirado via fonte Jornal Sul-Fluminense em notícia decorrente do desabastecimento de água (ALVES, 2018).

Logo, temos que:

$$P_{total} = 5430 \text{ hab.} + 2000 \text{ hab.} = 7430 \text{ habitantes}$$

**(eq. 3)**

- Consumo populacional:

Em seguida, obtêm-se o consumo total populacional, multiplicando o valor obtido da população calculada pelo fator “consumo per capita por dia”.

Consumo per capita = 200 L/dia = 0,200 m<sup>3</sup>/dia (tabela 3, NBR 13969/97);

$$\text{Consumo Populacional} = 7430 \text{ hab.} \times 0,200 \text{ m}^3/\text{dia} = 1486,00 \text{ m}^3$$

**(eq. 4)**

Para levar em consideração ainda, o consumo de água dos demais serviços do bairro, estima-se o valor de Consumo por indústria e pelo Centro Universitário de Volta Redonda, de acordo com valores estimados pela empresa VWA Serviços e Consultoria Ambiental.

Consumo pela Indústria (estimado) = 30,00 m<sup>3</sup>/dia;

Consumo pelo Centro Universitário de Volta Redonda (estimado) = 100,00 m<sup>3</sup>/dia.

- Vazão total:

Para a vazão total, foi estabelecido como o valor final do consumo populacional, a soma dos consumos estimados da indústria e do Centro Universitário de Volta Redonda.

$$Vazão_{total} = 1486,00m^3/dia + 30,00m^3/dia + 100,00m^3/dia = 1616,00m^3/dia$$

**(eq. 5)**

O sistema em tela para 2030 foi dimensionado com a vazão de 1616 m<sup>3</sup>/dia.

#### 4.3.2 Vazão de projeto

Para a vazão de projeto, divide-se a vazão total estimada para o ano de 2030, pela quantidade de horas equivalentes a 1 (um) dia, multiplicando o valor em seguida pelos coeficientes de variação de consumo, conforme sugerido por Netto e Fernández (2018).

Vazão total = 1616,00 m<sup>3</sup>/dia (Conforme Item 4.3.1);

K1 = 1,2 (NETTO; FERNÁNDEZ *et al*, 2018);

K2 = 1,3 (NETTO; FERNÁNDEZ *et al*, 2018).

$$Vazão_{projeto} = \left( \frac{1616,00m^3/dia}{24h} \right) \times 1,2 \times 1,3 = 105,00m^3/h$$

**(eq. 6)**

Fica estabelecida, dessa forma, em valores de projeto para o ano de 2030, a vazão de 105,00 m<sup>3</sup>/h.

#### 4.3.3 Dados sobre a água bruta

Em 2016, a empresa VWA Serviços e Consultoria Ambiental, analisou uma amostra de água bruta subsuperficial de um poço situado nas coordenadas 22° 29' 55.31" Sul 44° 02' 15.51" Oeste. A caracterização foi realizada na época, segundo a empresa, visando avaliar o potencial de utilização dessa água em termos qualitativos,

para um empreendimento imobiliário que acabou não se concretizando. As informações sobre a caracterização realizada foram disponibilizadas pela empresa VWA a partir de declaração constante na seção de Anexos do presente trabalho. As análises, na época, foram realizadas em laboratório credenciado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), denominado AMPRO Laboratórios, situado em Lorena/SP.

A tabela 1 mostra os resultados obtidos à época.

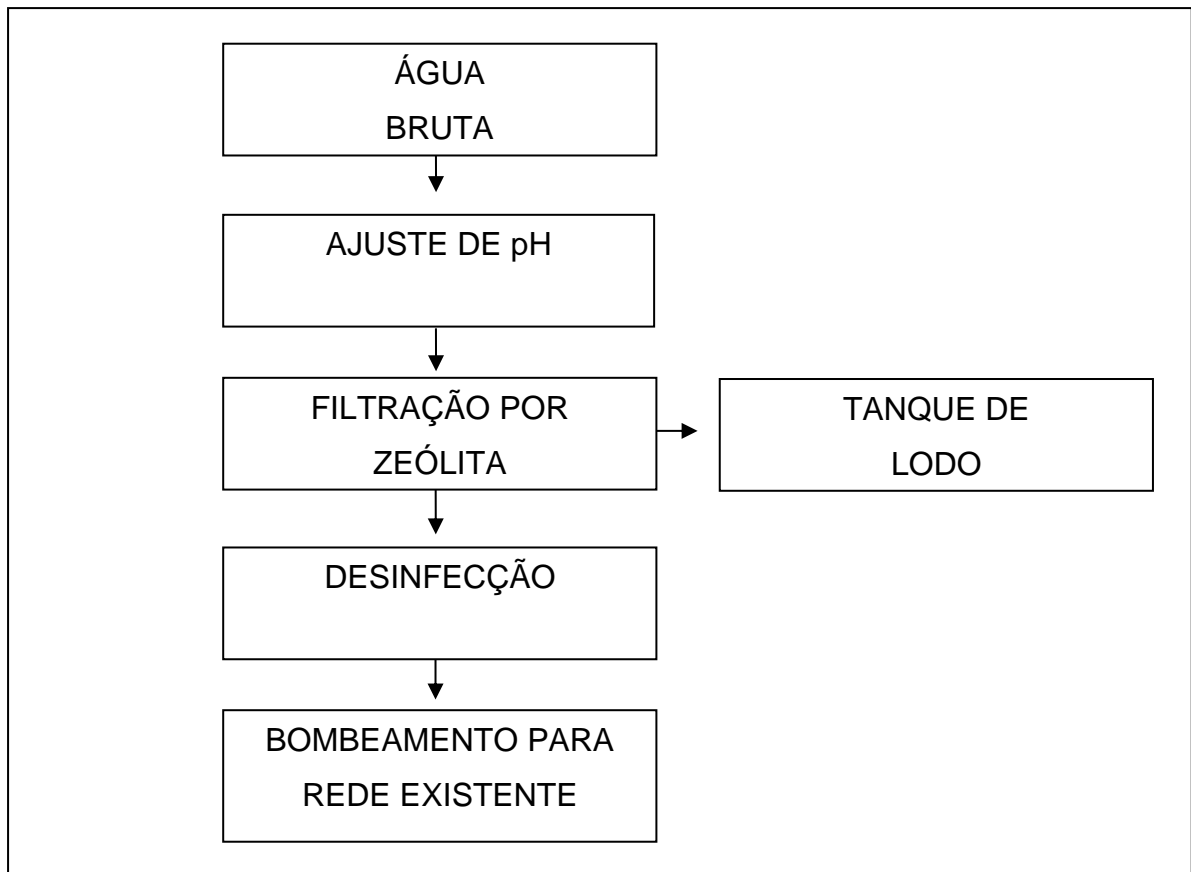
**Tabela 1** - Características físico-químicas, biológicas e bacteriológicas da água bruta.

PARÂMETROS	Padrão (Port. MS 5/2017)	ÁGUA BRUTA
pH	6,0 a 9,5	4,9
Temperatura (°C)	-	20
DBO (mg/L)	-	13
Ferro (mg/L)	0,3	0,7
Manganês (mg/L)	0,1	1,0
Contagem de Bactérias Heterotróficas (UFC/100 mL)	500 UFC/mL	>5700
Coliformes Totais (PA/100 mL)	Ausência/100 mL	Ausente
<i>Escherichia Coli</i> (PA/100 mL)	Ausência/100 mL	Ausente

Fonte: VWA, 2016.

#### 4.4 Descrição do processo de tratamento proposto

A captação de água será através de exploração de manancial subterrâneo (poço profundo) a ser construído na comunidade. O sistema de tratamento proposto consiste de uma unidade de pré-tratamento, composta por sistema de ajuste de pH, por injeção na tubulação de agente alcalinizante, dosado em vazão controlada automaticamente, seguido de unidades de remoção de ferro e manganês, desinfecção por cloração e bombeamento para a rede de distribuição existente, quando nos casos de eventual desabastecimento pelo sistema principal do SAAE/VR. Ressalta-se que, periodicamente, deverá ocorrer retrolavagem nas unidades de remoção de ferro e manganês, sendo esse efluente lançado num tanque de armazenamento para posterior coleta e destinação responsável segundo a NBR 10004 (2004) da ABNT. O Fluxograma do processo foi proposto em função das características da água bruta e está apresentado na figura 13.



**Figura 13** - Fluxograma do tratamento proposto.

**Fonte:** Os autores, 2020.

#### 4.5 Garantias do processo de tratamento proposto

A partir do processo estabelecido, têm-se como possíveis, as garantias de tratamento de acordo com as análises obtidas na época os valores estabelecidos na Tabela 2.

**Tabela 2** - Análise comparativa de índices de qualidade da água subterrânea.

PARÂMETROS	Padrão (Port. MS 5/2017)	ÁGUA BRUTA	ÁGUA TRATADA
pH	6,0 a 9,5	4,9	7,2
Temperatura (°C)	-	20	20
Ferro (mg/L)	0,3	0,7	0,05
Manganês (mg/L)	0,1	1,0	0,05
Contagem de Bactérias Heterotróficas (UFC/100 mL)	500 UFC/mL	>5700	< 100
Coliformes Totais (PA/100 mL)	Ausência/100 mL	Ausente	Ausente
<i>Escherichia Coli</i> (PA/100 mL)	Ausência/100 mL	Ausente	Ausente

**Fonte:** DE OLIVEIRA, Clélia Nobre; DE MORAIS NASCIMENTO, Sérgio Augusto; CAMPOS, Vânia Palmeiras. Águas Subterrâneas, 2016.

## 4.6 Destino final dos resíduos sólidos

### 4.6.1 Resíduos do filtro de Zeólita

Os resíduos retidos em tais unidades deverão ser removidos, periodicamente, através da retrolavagem, processo que consiste na passagem da água através do filtro em sentido contrário ao fluxo de filtração, com o objetivo de remover partículas orgânicas e inorgânicas retidas no meio filtrante, com a própria água bruta. Tal efluente de retrolavagem conterá elevada concentração de sólidos totais e deverá ser depositado em tanque de armazenamento, após isso, conforme necessidade, será coletado por um caminhão *Vac all* de volume útil de 15 m<sup>3</sup> para transporte até a ETA Belmonte, visando gestão responsável do material decantado.

## 4.7 Memorial de cálculo

### 4.7.1 Tanque de solução de Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) à 10% (v/v)

O pH da água subsuperficial do poço monitorado em Três Poços é ácido, mais precisamente igual a 4,9, o que não está dentro do limite aceitável, portanto, foi projetado um tanque de ajuste de pH, que entrará com a correção automática. É possível ressaltar ainda, que, na medida que for retirada, podem ocorrer modificações físico-químicas na água, que podem provocar futuras reavaliações nesse processo. Dito isso, é possível estabelecer o volume necessário para o tanque através dos dados a seguir:

Vazão = 105,00 m<sup>3</sup>/h (Conforme item 4.3.2);

Tempo de residência = 1 dia (ZOCCOLA, 2016);

Relação teórica de dosagem = 0,1 L/m<sup>3</sup> (ZOCCOLA; RÔLA *et al*, 2016).

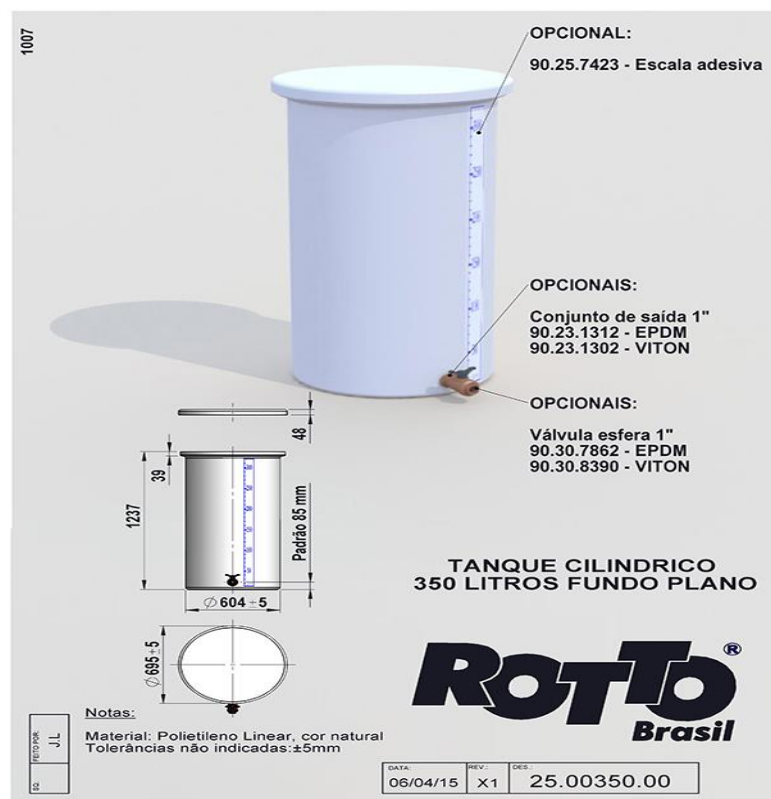
O volume é dado pela multiplicação da vazão de projeto, tempo de residência e relação teórica de dosagem.

$$Volume = 105,00m^3/h \times 0,1L/m^3 \times 24h = 252,00L$$

(eq. 7)

Com o volume calculado para o tanque e sob consulta do catálogo da empresa Rotto Brasil, disponível em: <http://rottobrasil.com.br/page/2/?s=tanque+cilindrico+vertical>, será utilizado um tanque de 350 Litros, pois para o volume estabelecido de 252 Litros, de acordo com a empresa, este é o mais próximo a atender a demanda necessária.

A figura 14 traz imagem ilustrativa do tanque selecionado, e em seguida, são apresentados os dados técnicos do tanque escolhido, disponibilizados pela Rotto Brasil.



**Figura 14** - Tanque cilíndrico 350 litros fundo plano.

**Fonte:** Rotto Brasil, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Tanque Cilíndrico 350 Litros Fundo Plano;
- Diâmetro: 0,70 m;
- Profundidade útil: 1,20 m;
- Profundidade total: 1,24 m;
- Função: Oportunizar ajuste de pH sempre que necessário.

#### 4.7.2 Bomba dosadora de ajuste de pH

Para que haja ainda ajuste de pH, será necessária também bomba dosadora, projetada para a dosagem ideal de pH com alta confiabilidade, justamente por se tratar de um equipamento muito preciso. Para isso, segue dado referente à vazão máxima estabelecida segundo Zoccola e Rôla (2016).

Vazão máxima: 100 L/h (ZOCOLA; RÔLA *et al*, 2016).

Utilizando o catálogo da empresa Dosaq, disponível em: <https://www.dosaq.com.br/buscar?q=bomba+dosadora>, foi escolhida para este projeto a Bomba Dosadora Dosaq Giromatic DQDG-100. Esta bomba atende ao requisito de vazão máxima estabelecido anteriormente e está representada pela figura 15, seguida de seus dados técnicos de acordo com o fornecedor.



**Figura 15** - Bomba dosadora Giromatic DQDG-100.

**Fonte:** Dosaq, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Bomba Dosadora DQDG -100;
- Potência: 0,5 CV;
- N° de cabeçotes: 01 (um);
- Tipo: Diafragma;
- Quantidade: 02 (duas, sendo uma reserva).

### 4.7.3 Filtros de Zeólita

A Zeólita é uma mídia filtrante que consegue reter ferro e manganês, por isso seu uso se adequa a este processo, por possuir essa porosidade que permite adsorver os íons. Ela não elimina nem os transforma, somente os retém. A partir disso calcula-se a área dos filtros, através da divisão da vazão de projeto pela taxa de filtração. Já o volume, é calculado pela multiplicação entre vazão e tempo de residência.

Vazão = 105,00 m<sup>3</sup>/h (Conforme item 4.3.2);

Tempo de residência estimado = 30 minutos (CYRNE *et al*, 2020);

Taxa de filtração = 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h (CYRNE; PAZ *et al*, 2016).

$$\text{Área} = \frac{105,00}{10} = 10,50\text{m}^2$$

**(eq. 8)**

$$\text{Volume}_{\text{útil}} = 105,00 \times 0,5 = 52,50\text{m}^3$$

**(eq. 9)**

Com base nos dados estabelecidos e sob consulta do catálogo de serviços da empresa Metalsinter, disponível em: <https://www.nei.com.br/Filtros-Reguladores-E-Lubrificadores/c/nOm2y?page=7>, será adotado o Filtro de Zeólita 2-200m<sup>3</sup>/h, exemplificado na figura 16, capaz de atender um volume útil de até 60,00 m<sup>3</sup>, dividido em três filtros de iguais dimensões e especificações, cedidas pelo fornecedor.



**Figura 16** - Filtros de Zeólita 2-200m<sup>3</sup>/h.

**Fonte:** Metalsinter, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Filtro de Zeólita 2-200m<sup>3</sup>/h – Metalsinter;
- Diâmetro: 3,50 m;
- Profundidade total: 2,00 m;
- Quantidade: 03 (Três).

#### 4.7.4 Tanque de Lodo

Será dimensionado tanque para armazenamento de lodo do processo de retrolavagem. Nesse tanque, deverão ser instaladas válvulas laterais a cada 0,50 metros para permitir o aproveitamento da água clarificada, isto pois o lodo da retrolavagem irá se acumular no fundo desse tanque, com isso, estima-se que a necessidade de providenciar caminhão *Vac-all* para limpeza do mesmo passe a ser a cada 15 dias de uso efetivo do sistema projetado. Seguem cálculos necessários para o tanque.

Vazão de filtração = 105,00 m<sup>3</sup>/h (conforme item 4.3.2);

Vazão de retrolavagem = 1,2 x Vazão de filtração (CYRNE *et al*, 2020);

$$Vazão_{retrolavagem} = 1,2 \times 105,00 = 126,00m^3/h$$

**(eq. 10)**

Tempo de retrolavagem = 5 minutos (CYRNE, *et al*, 2020);

Volume de Efluente = Vazão de retrolavagem x Tempo de retrolavagem (CYRNE *et al*, 2020);

$$Volume\ de\ Efluente_{retrolavagem} = 126,00 \times \frac{5}{60} = 10,50m^3$$

**(eq. 11)**

Quantidade de retrolavagens/dia = 1 (estimada).

Volume do Tanque = Volume de Efluente x Retolavagens/dia (CYRNE *et al*, 2020);

$$Volume\ do\ Tanque\ de\ Armazenamento = 10,50 \times 1 = 10,50m^3 = 10500\ L$$

**(eq. 12)**

Com o volume do tanque estabelecido e sob consulta do catálogo da empresa Rotto Brasil, disponível em: <http://rottobrasil.com.br/page/2/?s=tanque+cilindrico+vertical>, será utilizado um tanque de 12000 Litros, pois para o volume estabelecido de 10500 Litros, este é o mais próximo a atender a demanda necessária, de acordo com a empresa. A figura 17 mostra o tanque escolhido e os respectivos dados técnicos.

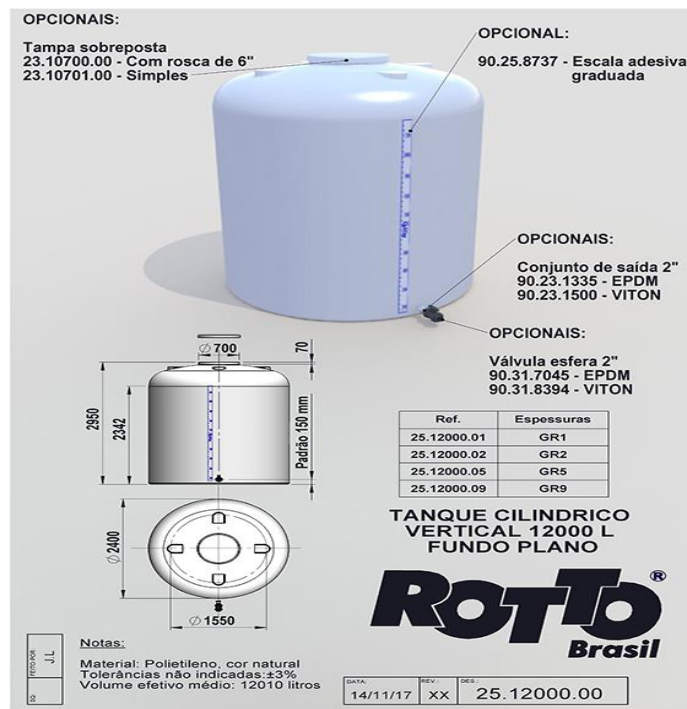


Figura 17 - Tanque cilíndrico 12000 litros fundo plano.

Fonte: Rotto Brasil, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Tanque Cilíndrico 12000 Litros Fundo Plano;
- Diâmetro: 2,40 m;
- Profundidade útil: 2,34 m;
- Profundidade total: 2,95 m.

#### 4.7.5 Tanque de solução de Hipoclorito de Cálcio (Ca(OCl)<sub>2</sub>) à 10% (v/v)

Para a água tratada final, o processo de desinfecção torna-se essencial na prevenção de possíveis doenças causadas por contaminação de quem a consome, e,

com o objetivo da remoção de microrganismos patogênicos presentes nocivos ao ser humano, através de agente químico, calcula-se o volume necessário para um tanque de preparo de Hipoclorito de Cálcio, que se dá, como já informado, através da multiplicação da vazão, relação teórica de dosagem e tempo de residência.

Vazão = 105,00 m<sup>3</sup>/h (Conforme item 4.3.2);

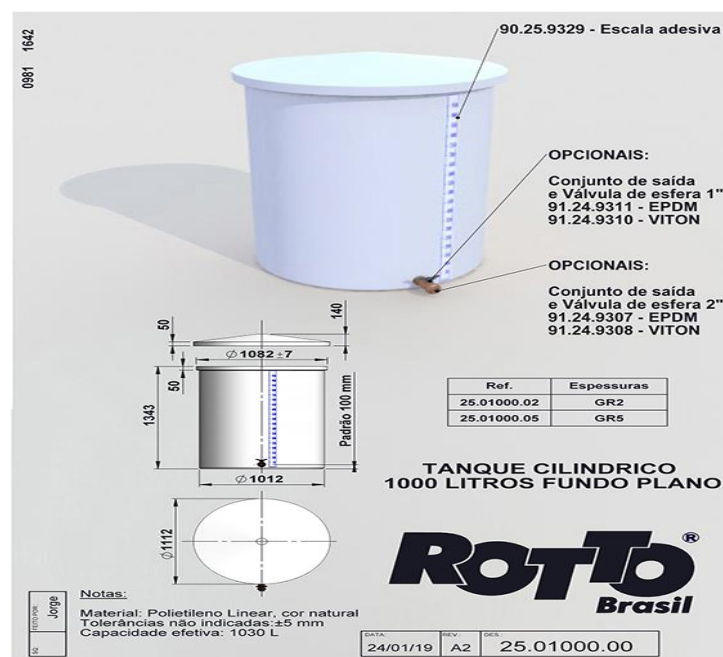
Tempo de residência = 18 h (ZOCCOLA, 2016);

Relação teórica de dosagem = 0,5 L/m<sup>3</sup> (ZOCCOLA; RÔLA *et al*, 2016).

$$Volume = \frac{105,00m^3}{h} \times \frac{0,5L}{m^3} \times 18h = 945,00L$$

**(eq. 13)**

Com o volume do tanque de solução calculado e sob consulta do catálogo da empresa Rotto Brasil, disponível em: [http://rottobrasil.com.br/categoria/tanques-cilindricos-verticais-fundo-plano/?filter\\_capacidade-tanques-quimicos=1001-a-5000-litros](http://rottobrasil.com.br/categoria/tanques-cilindricos-verticais-fundo-plano/?filter_capacidade-tanques-quimicos=1001-a-5000-litros), será utilizado um tanque de 1000 Litros, capaz de atender essa demanda de volume calculado. A figura 18 mostra o tanque selecionado, e em seguida, seus dados técnicos, fornecidos pela própria empresa.



**Figura 18** - Tanque cilíndrico 1000 litros fundo plano.

**Fonte:** Rotto Brasil, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Tanque Cilíndrico 1000 Litros Fundo Plano;
- Diâmetro: 1,11 m;
- Profundidade útil: 1,30 m;
- Profundidade total: 1,34 m.

#### **4.7.6 Bomba dosadora de Hipoclorito de Cálcio**

Com vistas à dosagem direta de agente químico na rede de distribuição, propõe-se bomba dosadora para o tanque de solução a partir do dado referente à vazão máxima.

Vazão máxima: 100 L/h (ZOCCOLA; RÔLA *et al*, 2016).

Utilizando o catálogo da empresa Dosaq, disponível em: <https://www.dosaq.com.br/buscar?q=bomba+dosadora>, será escolhida a Bomba Dosadora DQDG-100, já mencionada anteriormente em item 4.7.2 e demonstrada através da figura 15, que possui os seguintes dados técnicos:

- Modelo: Bomba Dosadora DQDG 100;
- Potência: 0,5 CV;
- N° de cabeçotes: 01 (um);
- Tipo: Diafragma;
- Quantidade: 02 (duas, sendo uma reserva).

#### **4.7.7 Bombas da Elevatória**

Para maior eficiência de pressão distributiva da água no sistema, e para captação direta da água do manancial, se faz o uso de bomba elevatória, a partir da vazão de projeto.

Vazão = 105,00 m<sup>3</sup>/h (Conforme item 4.3.2).

Empregando o catálogo FIT Mancal da empresa Schneider para pesquisa de modelo para bomba da elevatória, disponível em: [https://schneidermoto bombas.blob.core.windows.net/media/253335/cat%C3%A1logo-fit-mancal-a4-fase-1c-240518\\_web.pdf](https://schneidermoto bombas.blob.core.windows.net/media/253335/cat%C3%A1logo-fit-mancal-a4-fase-1c-240518_web.pdf), foi possível escolher a Bomba 125-080-200 Mancalizada, que atende a necessidade de vazão de projeto calculada. A figura 19 representa a bomba escolhida, e logo após, os dados técnicos catalogados.



**Figura 19** - Bomba 125-080-200 Mancalizada.

**Fonte:** Schneider Motobombas, 2020.

Dados técnicos:

- Modelo: Bomba 125-080-200 Mancalizada;
- Sucção: 5”;
- Descarga: 3”;
- Trecho total/Altura manométrica: 70 m.c.a;
- Potência = 60,00 CV;
- Quantidade: 02 (duas, sendo uma reserva).

#### **4.8 Estimativa de custos**

Diante das dimensões dos principais equipamentos necessários para efetuar a captação e tratamento do sistema idealizado, assim como suas especificações

técnicas estabelecidas sob consulta de fornecedores e suas tabelas orçamentárias, se torna possível elaborar estimativa de custos média para possível implantação da ETA.

É importante salientar que o sistema projetado foi concebido sob princípio de uso em situações emergenciais e não para vias de sistema de distribuição principal, o uso rotineiro do mesmo acarretará em custos marginais, por metro cúbico, maiores que os existentes nas ETAs convencionais, ressaltando ainda a possibilidade de poderem exaurir e danificar o estoque de água subsuperficial a ser utilizado como manancial do sistema.

Os demais serviços estimados para custo total, que não estão calculados no presente trabalho, estão adotados sob critérios estimativos a partir de consulta estabelecida de projetos semelhantes, junto à VWA.

O Custo de implantação total de projeto é demonstrado na tabela 3.

**Tabela 3 - Custo total de implantação.**

Custo de implantação do projeto			
Custo de aquisição de equipamentos	Especificações	Quantidade	Preço unitário
Bombas	Bomba dosadora DQDG-100	4	R\$ 5.800,00
	Bomba Schneider 125-080-200 Mancalizada	2	R\$ 19.906,00
Tanques	Tanque de 350L fundo plano	1	R\$ 1.410,00
	Tanque de 350L fundo plano	1	R\$ 2.760,00
	Tanque de 350L fundo plano	1	R\$ 4.430,00
Filtros	Filtro de Zeólita Metalsinter 2-200m³/h	3	R\$ 22.450,00
Instrumentação		1	R\$ 3.000,00
Painel de controle		1	R\$ 5.200,00
Tubulações			
Tubos e conexões			R\$ 7.800,00
Válvulas			R\$ 2.680,00
Construção			
Escavação, concreto, formas, armação, escoramentos, complementos metálicos e aterros			R\$ 26.700,00
Modificações e revestimentos			R\$ 23.400,00
Materiais			
Fios, cabos e acessórios elétricos			R\$ 12.390,00
Montagem			
Montagem			R\$ 26.230,00
Sobressalentes			
Sobressalentes			R\$ 18.100,00
Fretes, seguros e taxas			
Fretes, seguros e taxas			R\$ 16.540,00
Projeto civil e elétrico			
Projeto civil e elétrico			R\$ 35.000,00
Contingências			
Contingências			R\$ 16.800,00
Custo total de implantação			R\$ 332.802,00

**Fonte:** Os autores, 2020.

Estima-se, então, o valor de trezentos e trinta e dois mil oitocentos e dois reais para custo total de implantação de projeto, isto com base nos equipamentos do presente trabalho, projetados de acordo com a necessidade do sistema de captação e tratamento, levando em consideração ainda, que o projeto foi feito pensando em blindar o sistema contra qualquer tipo de falha eventual, sendo assim, foram estimados equipamentos reservas (bombas dosadoras e da elevatória).

#### **4.9 Cronograma de execução**

A partir das análises de custos realizadas no capítulo anterior, de acordo com o montante a ser gasto, fica estabelecido, conforme as necessidades de projeto, o cronograma a ser executado de acordo com as condições do sistema projetado.

Este cronograma consiste em um detalhamento de tarefas, no qual foram estabelecidas as seguintes etapas: Projeto de infraestrutura seguido de sua aprovação, seleção de fornecedor e aprovação, logo após, as instalações dos constituintes desse projeto, e por fim, fase de testes para início de funcionamento do sistema.

O cronograma proposto, foi produzido no *software ProjectLibre*, um mecanismo que se equipara aos utilizados para fins como este na engenharia atualmente.

Consideramos uma data fictícia como a definida para início do projeto, sendo essa 04/01/21. De acordo com os prazos estipulados para cada etapa do processo, a data final seria 16/02/22. Como o software não considera os fins de semana como dias trabalháveis, o projeto todo teria uma duração de 293 dias, levando em conta que o projeto considera um período de trabalho de 8:00 às 17:00h a cada dia.

É importante salientar que, a metodologia utilizada para execução dessas tarefas, foi baseada na disciplina Gestão e Controle de Obras, lecionada pelo professor José Marcos Rodrigues Filho, como parte fundamental da grade curricular do curso de Engenharia Civil.

A tabela 4 e a figura 20 foram retiradas do *software* manipulado para obtenção do cronograma de projeto.

Tabela 4 - Detalhamento de tarefas.

	Name	Duration	Start	Finish
1	<b>☐ Sistema Emergencial</b>	293 days	<b>1/4/21 8:00 AM</b>	<b>2/16/22 5:00 PM</b>
2	Início do Projeto	0 days	1/4/21 8:00 AM	1/4/21 8:00 AM
3	<b>☐ Projeto de Infraestrutura</b>	55 days	<b>1/4/21 8:00 AM</b>	<b>3/19/21 5:00 PM</b>
4	Detalhamento Hidrossanitário	10 days	1/4/21 8:00 AM	1/15/21 5:00 PM
5	Detalhamento Eletromecânico	15 days	1/18/21 8:00 AM	2/5/21 5:00 PM
6	Detalhamento Estrutural	25 days	2/8/21 8:00 AM	3/12/21 5:00 PM
7	Detalhamento de Automação	5 days	3/15/21 8:00 AM	3/19/21 5:00 PM
8	<b>☐ Aprovação de Projeto de Infraestrutura</b>	10 days	<b>3/22/21 8:00 AM</b>	<b>4/2/21 5:00 PM</b>
9	Validação de Escopo do Projeto	10 days	3/22/21 8:00 AM	4/2/21 5:00 PM
10	<b>☐ Seleção de Fornecedor</b>	38 days	<b>4/5/21 8:00 AM</b>	<b>5/26/21 5:00 PM</b>
11	Divulgação de Edital para Escolha de Fornecedores	5 days	4/5/21 8:00 AM	4/9/21 5:00 PM
12	Realização de Visita Técnica	15 days	4/12/21 8:00 AM	4/30/21 5:00 PM
13	Recebimento de Propostas Técnico-Econômicas	10 days	5/3/21 8:00 AM	5/14/21 5:00 PM
14	Equiparação entre Fornecedores	5 days	5/17/21 8:00 AM	5/21/21 5:00 PM
15	Comparativo de Custos	3 days	5/24/21 8:00 AM	5/26/21 5:00 PM
16	<b>☐ Aprovação de Fornecedor</b>	115 days	<b>5/27/21 8:00 AM</b>	<b>11/3/21 5:00 PM</b>
17	Compra de Material Hidráulico	20 days	5/27/21 8:00 AM	6/23/21 5:00 PM
18	Compra de Material Sanitário	15 days	6/24/21 8:00 AM	7/14/21 5:00 PM
19	Compra de Material Estrutural	25 days	7/15/21 8:00 AM	8/18/21 5:00 PM
20	Compra de Material Elétrico	10 days	8/19/21 8:00 AM	9/1/21 5:00 PM
21	Compra de Material Mecânico	15 days	9/2/21 8:00 AM	9/22/21 5:00 PM
22	Compra de Material de Automação	15 days	9/23/21 8:00 AM	10/13/21 5:00 PM
23	Compra de Maquinário	30 days	9/23/21 8:00 AM	11/3/21 5:00 PM
24	<b>☐ Instalação</b>	75 days	<b>11/4/21 8:00 AM</b>	<b>2/16/22 5:00 PM</b>
25	Obra Civil	60 days	11/4/21 8:00 AM	1/26/22 5:00 PM
26	Instalação Mecânica	15 days	1/27/22 8:00 AM	2/16/22 5:00 PM
27	Instalação Hidráulica	15 days	1/27/22 8:00 AM	2/16/22 5:00 PM
28	Instalação Elétrica	10 days	11/4/21 8:00 AM	11/17/21 5:00 PM
29	Programação de Software	7 days	11/18/21 8:00 AM	11/26/21 5:00 PM
30	<b>☐ Try Out</b>	15 days	<b>11/29/21 8:00 AM</b>	<b>12/17/21 5:00 PM</b>
31	Testes Funcionais	15 days	11/29/21 8:00 AM	12/17/21 5:00 PM
32	<b>☐ Start Up</b>	0 days	<b>12/17/21 5:00 PM</b>	<b>12/17/21 5:00 PM</b>
33	Fim de Projeto	0 days	12/17/21 5:00 PM	12/17/21 5:00 PM

Fonte: Os autores, 2020.

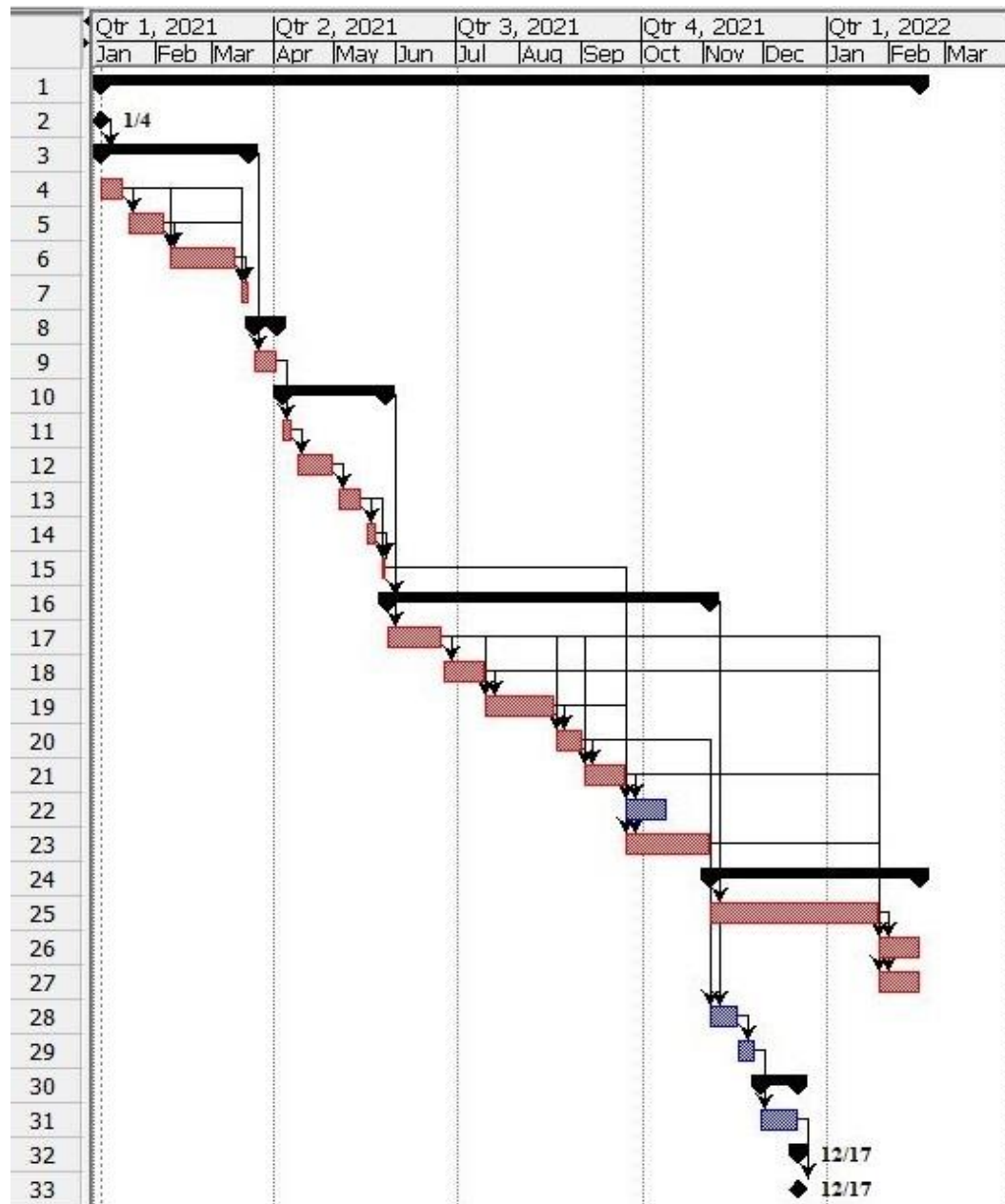
Conforme as informações são inseridas no programa, este gera um gráfico de *Gantt*, um artefato que ilustra as fases descritas no cronograma, objetivando melhor visualização e, conseqüentemente, sua compreensão.

Os losangos, localizados na parte superior e inferior do gráfico, indicam o início e o final do projeto, respectivamente, e são chamados de marco, aplicados quando se

deseja fazer referência a uma tarefa importante. As setas, por sua vez, indicam que a tarefa posterior depende da finalização da anterior para poder iniciar, por exemplo, a tarefa número 5 só pode começar a ser feita quando a número 4 estiver completa.

As tarefas destacadas pela cor vermelha representam um caminho crítico, enquanto as azuis, um caminho não crítico.

A figura 20 mostra o Gráfico de *Gantt* gerado.



**Figura 20** - Gráfico de *Gantt* do projeto.

**Fonte:** Os autores, 2020.

#### 4.10 Modelo arquitetônico

Com o objetivo de ressaltar a não complexidade de implantação do sistema proposto, foi elaborado projeto arquitetônico simplificado e renderizado do modelo tridimensional da estação, em local do terreno do manancial escolhido, com dimensões de 20 metros de comprimento por 20 metros de largura, ou seja, idealizado em sua totalidade em um terreno de 400 m<sup>2</sup>. É necessário ainda salientar que, se necessário, é possível fazer ampliação das instalações, isto porque o terreno sob as coordenadas 22° 29' 55.31" Sul 44° 02' 15.51" Oeste, em que está situado o manancial, é de 4000 m<sup>2</sup>, conforme anteriormente analisado em item 4.1.1. A figura 21 denota o modelo projetado com equipamentos e especificações necessárias ao sistema, além de outros constituintes de projeto da construção civil, produzido em *software Autodesk Autocad*, tridimensionado no *Google Sketch Up* e renderizado no *TwinMotion*, *software da Epic Games*.

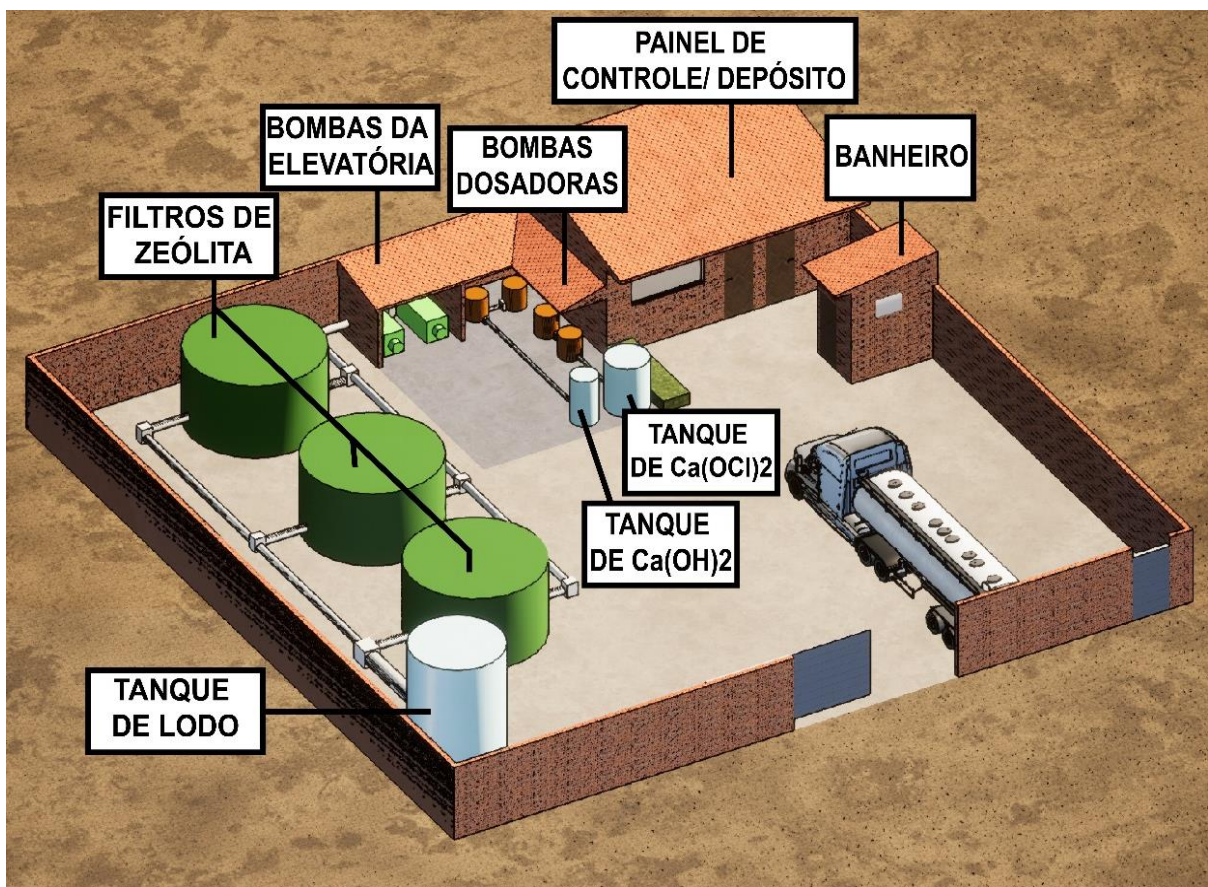


Figura 21 - Modelo tridimensional ETA emergencial.

Fonte: Os autores, 2020.

## 5 LIMITAÇÕES

Estabelecido o projeto final do sistema de captação e tratamento emergencial alternativo, ficam, para fins de análise, possíveis fatores limitantes do projeto executivo, isto porque, nesse trabalho, foi realizado todo o processo conceitual de projeto, levando em consideração a viabilidade total do sistema. É importante frisar que, antes de qualquer fomento à implantação, deve ser solicitado outorga ao INEA para viabilização prática.

Dito isto, é preciso salientar algumas possíveis limitações práticas, pois, havendo a oportunidade de realizar o projeto executivo, há necessidade de desdobramento. Quanto ao terreno, devem ser feitos os mesmos procedimentos de um terreno qualquer em casos de construção de uma ETA, a exemplo de informações de regularização, se possui ou não proprietário, da questão de outorga, da viabilidade e possibilidade de construção, área total real, levando em conta parte para depósito dos insumos e a necessidade de materiais diversos, além ainda de busca por consulta direta ao INEA e prefeitura sobre questões de autorização para início de projeto.

Há ainda de ressaltar a Lei Ambiental Municipal nº 3326 de 1997 (L.M. 3326/97), que disserta a respeito de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), além de assuntos direcionados a outras políticas ambientais do município de Volta Redonda. Estas questões se tornam parte fundamental sob possível implementação de projeto executivo, pois caminham para além do projeto conceitual, e, devem ser estudadas e analisadas tecnicamente para se alcançar o resultado mais prático e viável de implementação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos, buscou-se propor e mostrar de forma necessária uma solução emergencial de engenharia para o abastecimento de água no bairro Três Poços em Volta Redonda, em consequência da sua constante falta de água, provocando um enorme desconforto na população ali presente, devido à insuficiência desse recurso natural essencial à vida, saúde e bem-estar do ser humano.

Diante disto, este projeto visou a proposta de captação de água subterrânea através do manancial estudado, em seguida, seu tratamento adequado, de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras, e o lançamento da água prontamente potável na atual rede do SAAE-VR (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda), para que, assim, possa ser distribuída corretamente aos moradores e comerciantes do bairro.

Foi necessário, mediante cálculos, avaliar a viabilidade econômica do sistema projetado. Além disso, houve a comparação com padrões normativos da água captada e tratada do manancial em questão, com o intuito de conhecer sua potabilidade, possibilitando, dessa maneira, o uso da mesma para fins residuais e industriais.

Indiscutivelmente, como já mencionado neste trabalho, o uso sustentável da água produz o equilíbrio da diversidade biológica, manifestando sua essencialidade, e este projeto, em sua forma, buscou o uso consciente desse serviço como principal garantia da fonte de vida, tendo como finalidade o fomento ao desenvolvimento urbano sustentável, neste caso, para o bairro Três Poços, que carece de serviços básicos e se manifesta, frequentemente, em busca de melhores condições de vida.

Com a idealização deste projeto, haverá benefícios diretos à população, resultando na melhora da qualidade de vida local. Desse modo, é possível ressaltar que, a prioridade a ser alcançada através desse trabalho acadêmico, é o do incentivo à ampliação de políticas com enfoque na melhora da qualidade de vida, isto pois, leva em conta que, um projeto emergencial para um bairro de baixa renda no contexto atual se torna algo necessário para o fomento à maior equidade de distribuição, já que serve de referência para projetos futuros, independente da localidade, reforçando a ideia do uso da engenharia em soluções alternativas que visem populações menos assistidas no perímetro urbano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Educação/Águas subterrâneas, o que são?** (2010).

ABNT. NBR 10004/2004. **Resíduos sólidos – Classificação**, [S. l.], 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2020.

ABNT. NBR 12216/1992. **Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**, [S. l.], Abr. 1992. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=MTc5MTU0MjMxODI0MjIxMTE0MDABMDU3MDI1OTc5NjMxMDMwMzg5NTcBN3h0dThoSFFsSXdkATAuMQEBdjl>. Acesso em: 14 de maio de 2020.

ABNT. NBR 13969/1997. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**, [S. l.], 1997. Disponível em: [http://acguasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf). Acesso em: 27 de janeiro de 2020.

ALVES, Jean. **SAAE-VR vai monitorar e fazer projeto no residencial em Três Poços: Moradores fizeram novo protesto por falta d'água no condomínio**. Sul Fluminense Online, 5 mar. 2018.

AQ Saneamento: **Equipamentos: Vac All, Sewer Jet, Combinado**. Brasil, 2020. Disponível em: <http://www.aqsaneamento.com.br/equipamentos.php>. Acesso em: 6 de maio de 2020.

BACCI, Denise de la Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. **Educação para a água**. Revistas USP, [s. l.], 2008.

BRASIL. CONAMA. Resolução Nº 357/2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**, [S. l.], 2005 - Publicação DOU nº 53, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

BRASIL. CONAMA. Resolução N° 396/2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**, [S. l.], 2008 – Publicação DOU n° 66, de 03/04/2008, págs. 64-68. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

BRASIL. **Estação de tratamento de água**, 2015. Disponível em: <http://estacaodetratamentodeagua.com.br/estacao-de-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 4 de fevereiro de 2020.

BRASIL. LEI n° 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. [S. l.], 8 jan. 1997. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/LEI\\_9433\\_97\\_PNRH%20SNGRH%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/LEI_9433_97_PNRH%20SNGRH%20(1).pdf). Acesso em: 24 de março de 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 4ª. ed. Brasil: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA [s. n.], 2015. 648 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação MS/GM n° 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Diário Oficial da União, n. Suplemento, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília/DF: Agência Crio, 2007.

COMUSA. **Tratamento de água**. Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua?viewType=Print&viewClass=Print>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.

COSTA, Marianna Borges de Camargo. **INDICADOR DE DESEMPENHO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**. TCC (Graduação) - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/8432/Marianna%20Borges%20de%20Camargo%20Costa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.

CURY Renan (Informa Cidade) (ed.). **Empresa rompe rede de tubulação do Saae de Volta Redonda**. Disponível em: <https://www.informacidade.com.br/empresa-rompe-rede-de-tubulacao-do-saae-de-volta-redonda/>. Acesso em: 03 mar. 2020.

DE OLIVEIRA, Clélia Nobre; NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes; CAMPOS, Vânia Palmeiras. **Análise comparativa de índices de qualidade da água subterrânea**, [s. l.], 2016. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28735/18640>. Acesso em: 27 de janeiro de 2020.

DE OLIVEIRA CYRNE, Rafael Cesar *et al.* **Remoção de Metais Pesados da Água do Rio Paraopeba após o Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão/Heavy Metal Removal from Paraopeba River Water after Dam Collapse Mina Córrego do Feijão**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 10371-10379, 2020.

DIÁRIO DO VALE. **Moradores de Três Poços, em Volta Redonda, protestam contra a falta de água**, [S. l.], p. 1, 28 jan. 2017. Disponível em: <https://diariodovale.com.br/destaque/moradores-de-tres-pocos-em-volta-redonda-protestam-contra-a-falta-de-agua/>. Acesso em: 12 de dezembro de 2019.

DOS SANTOS ZOCCOLA, Marcelo. **Otimização e avaliação da eficiência do tratamento de efluentes industriais de óleos e fluidos**. 2016. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA.

ECODEBATE. **Contaminação no rio Paraíba do Sul, RJ: Servatis é multada em R\$ 33 milhões**, [S. l.], p. 1, 27 nov. 2008. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2008/11/27/contaminacao-no-rio-paraiba-do-sul-rj-servatis-e-multada-em-r-33-milhoes/>. Acesso em: 7 de abril de 2020.

EXTRA. **Coronavírus: Defensoria do Rio recebe 475 denúncias de falta de água no Rio**, [S. l.], p. 1, 25 mar. 2020. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/rio/coronavirus-defensoria-do-rio-recebe-475-denuncias-de-falta-de-agua-no-rio-24326989.html>. Acesso em: 7 de abril de 2020.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (1997). **Hidrogeologia. Conceitos e aplicações**. CPRM, LABHID-UFPE, 1997, 812 p.

FOCO REGIONAL. **VR tem mais um rompimento na rede de água**, [S. l.], p. 1, 28 jan. 2017. Disponível em: <http://focoregional.com.br/Noticia/vr-tem-mais-um-rompimento-na-rede-de-agua-mor>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

IBGE (Volta Redonda). **Censo demográfico 2010: Características Gerais da População. Resultados da Amostra**, 2010.

IBGE (Volta Redonda). **Censo demográfico 1990: Características Gerais da População. Resultados da Amostra**, 1990.

KNEBEL, Carla Camila. **Zeólitas naturais: aplicação da clinoptilolita como trocadora de cátions**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NETTO, Azevedo; Y FERNÁNDEZ, Miguel Fernández. **Manual de hidráulica**. Editora Blucher, 2018.

PAZ, Elaine Carvalho da *et al.* **Análise da eficiência de remoção de ferro e manganês de águas de abastecimento por filtração adsortiva**. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA. Lei Ambiental nº 3326, de 4 de fevereiro de 1997. **Dispõe sobre a Política Ambiental do Município de Volta Redonda**. [S. l.], 1997. Disponível em: <http://www.portalvr.com/smp/arquivos/dcu/leismunicipais/Lei3326.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

RÁDIO Acesa FM. **Moradores fazem manifestação em Três Poços por falta de água**. [S. l.], 7 fev. 2018. Disponível em: <https://radioacesafm.blogspot.com/2018/02/moradores-fazem-manifestacao-e-tres.html>. Acesso em: 13 de maio de 2020.

RIO DE JANEIRO. Decreto-Lei nº 239, de 21 de julho de 1975. **Dispõe sobre a organização da administração estadual e dá outras providências**. [S. l.], 21 jul. 1975. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/decest.nsf/13a8832c3ad51674832569d0006c75a4/a8a610d5badd0bae03256b74005b821f?OpenDocument>. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

RÔLA, Anoar Kayali Koubeissi *et al.* **Avaliação da eficiência de coagulantes comerciais para aplicação em sistemas de tratamento de água**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 2, n. 3, p. 014-033, 2016.

ROSA, Maria João; VIEIRA, Paula; MENAIA, José. **O tratamento de água para consumo humano face à qualidade da água de origem**. 2009.

SAAE (Volta Redonda). **Histórico: Navegue pelas datas e conheça a trajetória ao longo dos anos do SAAE-VR.** [S. l.]. Disponível em: <http://www.saaevr.com.br/historia.asp>. Acesso em: 14 de janeiro de 2020.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. rev. e atual. [S. l.: s. n.], 2017.

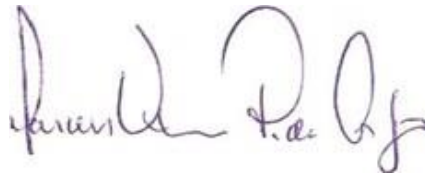
TEIXEIRA, Saulo Felício *et al.* **Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: tratamento de água com elevada turbidez por batelada.** In: XV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social. 2018.

UMBELINO, Glauco *et al.* **Simulações espaciais e projeções demográficas para Regiões Metropolitanas em 2020 e 2030.** Anais, p. 1-5, 2019.

**Anexo 1 – Autorização VWA Serviços e Consultoria Ambiental Ltda**

Eu, Marcus Vinicius Faria de Araujo, brasileiro, casado, portador da carteira de identidade número 06388049-7, sócio proprietário da empresa VWA Serviços e Consultoria Ambiental Ltda, venho por meio desta autorizar o uso de informações sobre qualidade de água subsuperficial de amostra coletada no ano de 2016 no bairro Três Poços em Volta Redonda, bem como a sua ampla e irrestrita divulgação por quaisquer meios de comunicação.

Volta Redonda, 13 de março de 2020.



**VWA SERVIÇOS E CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA**